

学籍番号

氏名

39. 鉄道の電気を駆動する電動機として、直流電動機が広く使われてきた。近年、パワーエレクトロニクス技術の発展によって、電気車用駆動電動機の電源として、可変電圧・可変周波数の交流を発生することができるインバータを搭載する電気車が多くなった。誘導電動機には(1)と(2)があり、(1)は二次側(回転子)巻線の電力を回生することによって速度を制御することが可能であるが、運転特性が悪い、スリップリング・ブラシの保守が必要であるため現在ではほとんど用いられていない。電気車システムでは、構造が簡単で保守が容易な(2)三相誘導電動機をインバータで駆動し、誘導電動機の制御方法としてすべり周波数制御が広く採用されている。電気車の速度を目標の速度にするためには、誘導電動機が発生するトルクを調節して電気車を加減速する必要がある。誘導電動機の回転周波数はセンサで検出されるので、回転周波数にすべり周波数を加算して得た(3)周波数で誘導電動機を駆動することで、目標のトルクを得ることができる。電気車を始動・加速するときには(4)のすべりで運転し、回生制動によって減速するときには(5)のすべりで運転する。最近はさらに電動機の制御技術が進展し、誘導電動機のトルクを直接制御することができる(6)制御の採用が進んでいる。また、電気車用駆動電動機のさらなる小型・軽量化を目指して、永久磁石形同期電動機を適用しようとする技術的動向がある。

(1) (2) (3) (4) (5) (6)

40. 交流電源—整流器—平滑用コンデンサー—インバータで構成される回路によって電動機を駆動する場合、(1)の大きな負荷を減速するときには、電動機からインバータに電力が流れ込む。このとき直流電圧が上昇するので、(2)とパワー半導体デバイスとの直列回路を平滑コンデンサと並列に設け、パワー半導体デバイスをスイッチングして電流を調整することによって、電動機からの電力を消費させることができる。この方法を一般的に(3)制動と呼んでいる。一方、電力を消費するのではなく、逆変換できる整流器を介して交流電源に電力を戻し、他の用途などに有効に使うこともできる。この方法を一般に(4)制動と呼んでいる。

(1) (2) (3) (4)

41. 電気式ブレーキに関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。

- (1) 電気ブレーキは、速度が低下してもつねに一定の制動トルクを発生させる制動である。
- (2) 回生ブレーキは、電動機を発電機として運転し、その動力を電源へ返還することによって制動するものである。
- (3) 逆転ブレーキは、正開店中に電源甘露を逆回転の接続に切り替え、逆回転トルクを発生させて急激に制動を加えるものである。
- (4) 発電ブレーキは、回転エネルギーで発電し、抵抗でジュール熱としてエネルギーを消費することによって制動するものである。
- (5) 単相ブレーキは、巻線形三相誘導電動機を単相で運転し、二次抵抗を調整して制動トルクを発生させる制動方法である。

誤っているもの：

4 2. 直流電気車の駆動用電動機には大きな (1) が要求され、長い間、直流 (2) 電動機が使用されてきた。この電動機の制御に古くから使われてきたのは抵抗制御方式であるが、その後、パワー半導体デバイスの進化によってサイリスタを使用したチョップ制御が導入され、電動機のみめ細かい制御が可能となり、エネルギー効率も向上した。現在では、パワー半導体デバイスとして IGBT などを使用した大容量の変圧可変周波数 (VVVF) 変換装置が開発され、電動機の高い制御が可能となっている。この電動機として、主に我が国では、構造が簡単で堅ろう、保守が容易な (3) が使用されており、1 台の変換装置で複数台の電動機制御が容易である。また、その電動機の制御方式には、可変圧可変周波数変換装置の出力電圧を V 、出力周波数を f 、電動機電流を I_M 、すべり周波数を f_s とすると、定加速域では (4) 制御、定出力域では (5) 制御、さらに高速の特性域では V 一定・ f_s 一定制御が一般的に適用されている。

- (1) (2) (3)
 (4)
 (5)

4 3. 電気鉄道のみ電方式には直流き電方式および交流き電方式がある。交流電気鉄道は単相負荷であるため、き電変電所では、一般に電力会社から三相電力を受電して、三相-二相変圧器で 90° 位相差の 2 組の電気車電圧に適した単相電力に変換して、別方面または上下線別のみ電している。この三相-二相変圧器を (1) 結線変圧器と呼んでいる。我が国では、直流 (2) V 方式や交流 (3) kV 方式が主に用いられており、新幹線には交流 (4) kV が採用されている。直流 (5) V や (6) V なども地下鉄や路面電車に用いられている。海外の主要国では直流 3000V 方式と交流 25kV 方式が用いられている。

我が国では両方式ともレールを電流の帰路とするため、レールからの (7) が種々の障害を発生させる場合がある。直流き電方式では、線路に近接して水道管などの地中埋設金属があると、(7) は大地より抵抗の低い金属体を通り、変電所付近で流出してレールに帰るため、地下水が (8) として働き、流出部分が腐食する。このような現象を電食といい、これを防止するために、変電所間隔の短縮、帰線抵抗の低減、流電陽極や (9) の設置などが行われる。交流き電方式では、この (7) があるため、架線を通る電流とレールを通る電流とが (10) ので、併設された電話線に影響を及ぼす通信誘導障害を発生させる場合がある。また、(7) 以外に電気鉄道周辺に影響を及ぼすものとして、パンタグラフの (11) によって生じるアーク放電に起因する電波があり、ラジオ放送、テレビ放送、無線通信などにノイズとして混入する場合がある。

- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 (7) (8) (9) (10) (11)

4 4. 電気車の最大牽引力は、主電動機の最大トルクだけからは決まらず、 \times (1) の値以内という制限があり、この値以上のトルクを加えれば、(2) を起こしてしまう。空気制動 (空気ブレーキ) の場合も、全制輪子 (車輪に押し当てるブレーキシュー) 圧力 $\leq (1 / (3)) \times (\text{制輪子を持つ車軸上の全重量}) \times (4)$ の条件があり、この限界値を超える圧力を加えると、(5) を引き起こしてしまう。

- (1) (2) (3)
 (4)
 (5)

45. 電動機が、減速比 8 で効率が 0.95 の減速機を介し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 1150min^{-1} 、トルク T_m が $100\text{N}\cdot\text{m}$ であった。負荷の回転速度 $n_L[\text{min}^{-1}]$ 、軸トルク $T_L[\text{N}\cdot\text{m}]$ および軸入力 $P_L[\text{W}]$ の値を求めよ。

46. 慣性モーメントが $10\text{kg}\cdot\text{m}^2$ の電動機(J_M)が、5:1 の減速歯車を介して慣性モーメントが $700\text{kg}\cdot\text{m}^2$ の負荷(J_L)を駆動しているとき、電動機軸に換算された全慣性モーメント($J_o[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$)の値を求めよ。

47. 慣性モーメント $100[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$ のはずみ車が 1200min^{-1} で回転している。このはずみ車が持つ運動エネルギーを求めよ。また、このはずみ車に負荷が加わり、4 秒間で回転速度が 1200min^{-1} から 1000min^{-1} まで減速した。この間にはずみ車が放出した平均電力を求めよ。

48. 乗客を含めた車両の質量 50t、走行抵抗 200N/t の電車が 60km/h の一定速度で走行しようとする場合、機械効率 0.95 の歯車で連結されている駆動用電動機に要求される出力[kW]を求めよ。

49. 4 極、60Hz、200V の三相誘導電動機があり、その同期速度付近の発生トルクは、すべりを s とすると $T_m=3000s[\text{N}\cdot\text{m}]$ で与えられる。この電動機で、定トルク $T_l=120[\text{N}\cdot\text{m}]$ の負荷を駆動しているとき、電動機の回転速度 $[\text{min}^{-1}]$ と、電動機出力[kW]を求めよ。

50. 物質を構成する成分を (1) といい、現在約 110 種類知られている。元素はアルファベットを用いた (2) で表す。次の表の元素記号を書け。

元素名	水素	ヘリウム	リチウム	ベリリウム	ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン	ナトリウム	マグネシウム	アルミニウム	ケイ素	リン
元素記号	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)

元素名	硫黄	塩素	アルゴン	カリウム	カルシウム	鉄	銅	亜鉛	臭素	銀	スズ	ヨウ素	金	水銀	ナマリ鉛
元素記号	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)

- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
- (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19)
- (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29)
- (30) (31) (32)

51. 純物質のうち、2種類以上の元素からなるものを (1) といい、1種類の元素からなるものを (2) という。例えば次の物質①硫黄②塩化ナトリウム③水④二酸化炭素⑤鉄⑥黒鉛を (1) に分けると (3) , (2) に分けると (4) となる。また、ダイヤモンドと黒鉛の関係のように、同じ元素からなる (2) のうち、性質の異なるものどうしを (5) という。次の (5) の関係にある物質、元素記号を書け。ダイヤモンドと (5) の関係にある物質は「黒鉛, C」のように書くこと。オゾン^{おう}は (6) , 黄リン^{おう}は (7) , 斜方硫黄^{しゃほういおう}は (8) である。

- (1) (2) (3) (4) (5)
- (6) (7) (8)

52. 物質を分けていくと (1) と呼ばれる小さな粒になる。(1) の中心には (2) があり、ここには+の電気を持つ (3) という粒と、電気を持っていない (4) という粒が存在する。(2) の周りには (5) があり、ここには-の電気を持つ (6) という粒が存在する。1個の (3) がもつ電気の量と1個の (6) がもつ電気の量は等しい。また、1個の (1) に含まれている (3) の数と (6) の数も等しい。よって、原子全体としては、電氣的に中性である。

- (1) (2) (3) (4) (5) (6)

53. 下記の表の原子番号 1-20 の名前と記号を書け。

原子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名前	水素	ヘリウム	リチウム	ベリリウム	ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン
記号										

原子番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名前	ナトリウム	マグネシウム	アルミニウム	ケイ素	リン	硫黄	塩素	アルゴン	カリウム	カルシウム
記号										

54. 1個の原子に含まれている陽子の個数を (1) という。1個の原子に含まれている陽子の個数と中性子の個数の和を (2) という。例えば、ナトリウム原子(元素記号 Na)1個に含まれる陽子の個数は11個、中性子の個数は12個なので、このナトリウム原子の質量数は (3) になる。原子番号が同じで質量数の異なる原子を、互いに (4) の関係にあるという。とくに、放射線を出す (4) を (5) という。

- (1) (2) (3) (4) (5)

55. (1) ${}^{16}_8A$ (2) ${}^{32}_{16}A$ (3) ${}^{40}_{18}A$ (4) ${}^{18}_8A$ (1)から(4)の A はある元素の元素記号である。

・(3)の原子に含まれている陽子の個数, 中性子の個数, 電子の個数を答えよ。

・(1)~(4)の中で, 同位体の関係にある原子の組を答えよ。

56. 物質が自然に散らばる現象のことを(1)という。これは物質を構成する粒子が(2)しているために起こる。(2)は温度が高いほど激しい。粒子間の引力により粒子の位置がほぼ固定され, 粒子がその場で振動している状態を(3)という。(3)に比べて, やや自由に粒子が移動できる状態は(4)である。一方, 熱運動が激しく, 粒子間の引力の影響をほとんど受けずに, 粒子が自由に移動できる状態を(5)という。K 単位で表した温度を(6)温度という。この単位 K の読み方は(7)である。一般に, セルシウス温度 $t(^{\circ}C)$ を K 単位に直すと「(8)+t」と表せる。

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

57. 電子殻は, 原子核を中心とするいくつかの層に分かれており, 原子核に近い方から順に K 殻, L 殻, M 殻, N 殻という。この電子殻には入ることができる電子の最大数が決まっており K 殻は(1)個, L 殻は(2)個, M 殻は(3)個, N 殻は(4)個である。一般に, 内側から n 番目の電子殻には(5)個まで電子が入るといえる。電子の配列の仕方を(6)という。

(1) (2) (3) (4) (5) (6)

58. 原子の 1 番外側の電子殻に存在する電子を(1)という。またこれは結合に関与する電子でもあるため, (2)とも呼ばれる。18 族の元素の最外殻電子の数は He が 2 個, その他はすべて(3)個である。しかし, 価電子の数については, 他の原子と結合しないため, (4)個と約束する。元素記号の周りに最外殻電子を黒点 ● で表したものを(5)という。また, 最外殻のうち, 2 個で対になっているものを(6), 対になっていないものを(7)という。 ${}_{8}O$ と ${}_{18}Ar$ の原子の電子配置の模式図を書くと(8)と(9)になる。(8)と(9)の原子の 1 番外側の電子殻は何殻でその殻にはあと何個の電子が入るか, 原子の価電子の数, 原子の電子式は(10)と(11)である。

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

(8) (9)

(10)

(11)

59. 電気を持った原子または原子団を(1)という。その中で, +の電気を持ったものを(2)イオン, -の電気を持ったものを(3)イオンという。また, 1つの原子からなるイオンを(4)イオン, 複数の原子からなるイオンを(5)イオンという。物質がイオンに分かれることを(6)という。塩化ナトリウムや塩化水素のように水に溶けて(6)する物質を(7)と呼び, 砂糖やアルコールのように電離しない物質を(8)という。18 族の元素 (希ガス) は安定なので, 希ガス以外の原子は原子番号の近い希ガスと同じ電子配置 (希ガス型電子配置) になろうとして, 電子を放出したり吸収したりする傾向がある。電子を放出すると(9)イオン, 吸収すると(10)イオンになる。

(1) (2) (3) (4) (5)

(6) (7) (8) (9) (10)

60. 次のイオン式を書け。

陽イオン	イオン式	
水素イオン	(1)	
ナトリウムイオン	(2)	
カリウムイオン	(3)	
銅(I)イオン	(4)	
アンモニウムイオン	(5)	
マグネシウムイオン	(6)	
カルシウムイオン	(7)	
バリウムイオン	(8)	
亜鉛イオン	(9)	
鉄(II)イオン	(10)	
銅(II)イオン	(11)	
アルミニウムイオン	(12)	
鉄(III)イオン	(13)	

陰イオン	イオン式	
塩化物イオン	(14)	
ヨウ化物イオン	(15)	
水酸化物イオン	(16)	
硝酸イオン	(17)	
炭酸水素イオン	(18)	
酢酸イオン	(19)	
酸化物イオン	(20)	
硫化物イオン	(21)	
炭酸イオン	(22)	
シュウ酸イオン	(23)	
リン酸イオン	(24)	

61. ナトリウム原子がイオンになったときのイオン式と価数を書け。また、そのイオンに含まれる電子の数と、どの希ガスと同じ電子配置なのかを元素記号で答えよ。さらに、同様の内容を酸素原子がイオンになったときも答えよ。

62. 陽イオンと陰イオンが静電気力 ((1)) で引き合って結びつく結合を (2) という。 (2) は一般に金属元素と (3) 元素の間で生じる結合である。 (2) でできた物質は、含まれるイオンの種類とその個数の比で示した (4) で表す。陽イオンと陰イオンが規則正しく配列した固体を (5) という。 (5) の融点は (6) く、硬いが割れやすい。また、固体は電気を (7) が、融解したり水溶液にすると電気を (8) 。

- (1) (2) (3) (4)
 (5) (6) (7) (8)

63. 気体の原子から電子を1個取って1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを (1) という。 (1) が小さいほど、 (2) イオンになりやすい。 (1) の大小関係を考えると、18族の希ガスの (1) は (3) く、1族のアルカリ金属(ただし水素は除く)の (1) は (4) い。気体の原子が電子を1個得て陰イオンになるときに放出されるエネルギーを (5) という。 (5) が大きいほど、 (6) イオンになりやすい。次の原子のうち、 (1) が最大のものは (7) で最小のものは (8) である。また、 (5) が最大のものは (9) である。
 原子: Mg, S, Na, Cl, Ar, Al

- (1) (2) (3) (4)
 (5) (6) (7) (8) (9)

6 4. 原子が電子を出し合い、その電子を共有してできる結合を (1) という。一般に、(1) は (2) 元素間に生じやすい結合である。(1) でいくつかの原子が結びついてできた粒子全体を (3) という。(3) を構成する原子の種類と個数を、元素記号と数字で表したものを (4) という。(1) において、2 原子間で共有されてできた電子対を (5) といい、原子間で共有されていない電子対を (6) という。次の分子式を書け。

- (1) (2) (3) (4)
 (5) (6)

物質名	水素	窒素	酸素	オゾン	フッ素	塩素	臭素	ヨウ素
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
分子式								

物質名	二酸化炭素	一酸化炭素	塩化水素	水	硫化水素	アンモニア	メタン	二酸化窒素	一酸化窒素
	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
分子式									

6 5. 分子の形として、構成する原子の数が 2 個の分子を二原子分子、3 個の分子を (1) という。分子はそれぞれ特有の形を持っており、水素分子や二酸化炭素分子は直線形、水分子は (2) 形、アンモニア分子は (3) 形、メタン分子は (4) 形となる。異なる原子が共有結合すると、共有電子対が一方の原子の方に ^{かたよ} 偏ることがある。これを結合に (5) があるという。また、原子が共有電子対を引きつける強さの尺度を (6) という。

- (1) (2) (3) (4)
 (5) (6)

6 6. 原子間の結合に極性がある電気の偏りを生じ、かつ分子全体としても電気の偏りが消えずに残っている分子を (1) といい、原子間の結合に極性がない分子、または原子間の結合に極性があっても分子全体として電気の偏りが消えてしまう分子を (2) という。

- (1) (2)

6 7. 金属元素の原子同士が結合するとき、原子は価電子を放出して陽イオンとなり、放出された電子は金属陽イオン全体で共有される。このような、金属陽イオン全体で共有されている電子を、(1) という。この (1) が陽イオン間を移動し、陽イオン同士を結びつけている結合を (2) という。原子が (2) で結びついてできた結晶を (3) という。(3) は (4) で表す。(3) は金属光沢と呼ばれる特有の光沢があり、熱や電気を通し (5)。また、叩いて平面的に広げることができる性質である (6) や、一直線上に引っ張って伸ばせる性質である (7) もある。次の表中の (3) の (4) を書け。

物質名	亜鉛	鉄	金	銀	銅	鉛	水銀
	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
組成式							

物質名	アルミニウム	ナトリウム	カリウム	マグネシウム	カルシウム
	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
組成式					

- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

68. 金属が水溶液中で陽イオンになろうとする性質を (1) という。 (1) の大きい順に並べたものを (2) という。 (2) は次の順番である。

(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
大																小

(1) が大きい金属は、電子を (20) やすく、 (21) イオンになりやすいので、 (22) されやすい。
 (1) が H より大きい金属を塩酸に入れると、 (23) ガスが発生する。 (24) からナトリウム Na までは (25) 温の水と反応するが、 (26) からまで鉄 Fe は (27) 温の水蒸気でなければ反応しない。沸騰水と反応するのは (28) のみである。王水のみに溶けるのは (29) であり、塩酸とは反応せずに硝酸とは反応するものは (30) である。また、熱を加えても空気と反応しにくいのは (31) である。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| (1) | (2) | (20) | (21) | (22) |
| (24) | (25) | (26) | (27) | (28) |
| (29) | (30) | (31) | | |

69. 酸性とは、なめると酸味がする、青色リトマス紙が (1) 色になるといった性質のことである。酸性を示す物質を (2) という。塩基性（アルカリ性）とは、なめると苦みがする、赤色リトマス紙が (3) 色になるといった性質のことである。塩基性を示す物質を (4) という。ブロンステッドとローリーは、酸は H^+ を相手に

(5) 物質、塩基は H^+ を相手から (6) 物質と定義した。アレニウスは、酸は水溶液中で電離して (7) を出す物質、塩基は水溶液中で電離して (8) を出す物質と定義した。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| (6) | (7) | (8) | | |

70. 電池あるいは、電解プロセスで用いられる電解質に関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。

- (1) 電解質濃度が増すと、導電度は大きくなる。
- (2) 高分子材料にも電解質になるものがある。
- (3) 電解質中では、電気は電子で運ばれる。
- (4) 電解質中を流れる電流と電圧の間には、オームの法則が成立する。
- (5) 電解質温度が上昇すると、移動度は大きくなる。

誤り：

71. 水溶液の pH に関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。

- (1) 水溶液の酸性度を示すのに水素イオン指数 pH が用いられる。
- (2) 水素イオン濃度 $[mol/l]$ を $[H^+]$ で表せば、 $pH = -\log_{10}[H^+]$ となる。
- (3) pH 値の測定は pH 計で行う。
- (4) 中性の水の pH 値は 7 である。
- (5) 酸性の水溶液の pH 値は、中性の水の pH 値より大きい。

誤り：

77. 二次電池は、電気エネルギーを化学エネルギーに変えて電池内に蓄え（充電）、貯蔵した化学エネルギーを必要に応じて電気エネルギーに変えて外部負荷に供給できる（放電）電池である。この電池は充放電を反復して使用できる。二次電池としてよく知られている鉛蓄電池に関する記述で、誤っているものを2つ選べ。

- (1) 電解液には、比重 1.2～1.3 の希硫酸を用いる。
- (2) 定電流で充電すると、端子電圧は緩やかに上昇し、約 2.4V に達して頭打ちになる。
- (3) 充電終了時においては、両極からの水素および酸素ガスの発生が急増する。
- (4) 充電終了時においては、陽極板の色は黒褐色、陰極板の色は灰白色となる。
- (5) 充電時には正極で酸化反応が起き、正極活物質は電子を放出する。
- (6) 反応式は、 $\text{Pb}+2\text{H}_2\text{SO}_4+\text{PbO}_2\rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$ である。
- (7) 単セル（単電池）の公称電圧は 2V で、放電に従って低下する。
- (8) 電解液の比重は、放電とともに大きくなる。
- (9) 周囲温度が下がると、電池から取り出せる電気量は減少する。
- (10) 使用中に液面が低下した場合には、蒸留水を規定液面まで注入する。

誤り：

78. ニッケル・水素蓄電池は、電解液として (1) 水溶液を用い、(2) にオキシ水酸化ニッケル、(3) に水素吸蔵合金をそれぞれ活物質として用いている。公称電圧は (4) [V] である。この電池は、形状、電圧特性などはニッケル・カドミウム蓄電池に類似し、さらにニッケル・カドミウム蓄電池に比べて (5) が大きく、カドミウムの環境問題が回避できる点が優れているので、携帯用電子機器用、携帯用電動工具の電池として使用されている。

- (1) (2) (3) (4) (5)