

中間テスト NO.1

学籍番号

氏名

1. 可視光は、一般的に光といい、可視放射ということがある。可視光の本質は、(1) である。(1) を波長の短い方から順に並べると γ 線→X 線→(遠, 近) (2) →(3) →(近, 遠) (4) →通信用電波 となる。このうち、光として目に感じる波長範囲は、およそ(5) である。この範囲以外では、目は光として感じない。電磁波として放出されるエネルギーの量 Φ を(6) , そのうち人間の目で光として感じることのできる量 F (明るさ) を(7) といい、 Φ の単位は(8) , F の単位は(9) である。これらの比 F/Φ を(10) といい、人によっていくらかの差異はあるが、その最大値を示す波長は、一般に明るいところで(11) で、暗いところで(12) である。(11) の波長の(6) 1W は(13) の(7) に相当する。

- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
(7) (8) (9) (10) (11) (12)
(13)

2. 発光は様々な波長の光を含む(1) と特定の波長の光の(2) に分類される。(1) には物体を高温に加熱して発光させる(3) や(4) がある。(2) には様々な種類があり、紫外放射や X 線などの照射によって発光する現象を用いたフォト方式には(5) がある。また、気体の放電に伴う発光を用いた電気方式には(6) , (7) , (8) が、電界の作用による固体の発光現象を用いた電界方式には(9) が、陰極線が物体に衝突したときに発光する現象を用いたカソード方式には(10) が、その他の方式として(11) がある。

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

3. 全ての波長にわたって電磁波を全く反射しない物体を(1) と呼ぶ。これは、投射された放射を全部吸収すると仮定した物体で、すべての波長において最大の熱放射をする。炭素などがこれに近い物質である。(1) では、その温度により色も定まるので、この現象を利用して高温物体の光色と同じ光色の(1) の温度[K:ケルビン]を高温物体の温度とし、この温度を(2) という。一般的な感覚とは逆に、寒色系の色ほど(2) は高く、暖色系の色ほど(2) は低い。これは、日常目にする赤い炎は、炎として最も温度が低く、ガスコンロなどの青い炎は温度が高いことからわかる。これらに関する法則として、ステファン・ボルツマンの法則(3) , ウィーンの変位則(4) が有名である。(1) の絶対温度が 20%増加すると、(1) から放射される放射束は何倍になるかを計算すると(5) となる。

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

3. 以下は蛍光灯に関する記述である。スタータ式（予熱始動式）は、のスイッチ動作による蛍光ランプのフィラメント予熱とスイッチ開放瞬時のによりランプを点灯させる。には管内にバイメタルスイッチ(温度で形状が変化)とを封入した放電管式のものが多く利用されている。は蛍光ランプのフィラメントを通してランプと並列に接続されていて、点灯回路に電源を投入すると、点灯管内でが起こり放電による熱によってバイメタルスイッチが閉じ、蛍光ランプのフィラメントを予熱する。スイッチが閉じて放電が停止すると、スイッチが冷却して開こうとする。このとき、チョークコイルのインダクタンスの作用によってが発生し、これによってランプが点灯する。この方式は電源投入から点灯までに時間がかかる、50Hz,60Hz 専用器具が必要、電源電圧や周囲温度が低いと始動し難い欠点がある。ラピッドスタート方式は即時点灯する、が不要ででも始動する、始動に無理が少ないのでであるが 50Hz,60Hz 専用器具が必要である。インバータ式は商用周波電源をして直流にした後、の交流高周波に変換し高周波安定器により点灯する方式で、である。ランプのちらつきがなく、即時点灯し、点灯システムの電力損失が少なく小型・軽量で騒音もほとんどない。しかし高周波を使用するためノイズが生じやすくで受信障害が生じることがあり、高周波の漏洩電流が生じるため古いタイプので誤動作が生じる、専用のを用いる必要がある。

- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)
 (8) (9) (10) (11) (12)

4. ハロゲン電球では、バルブ内に不活性ガスとともに微量のハロゲンガスを封入してある。ハロゲン元素は周期表第 17 族に属する 5 種類の元素のことで、元素記号で書くとであり、名称で書くとである。点灯中に高温のフィラメントから蒸発したタングステンは、対流によって管壁付近の低温部でハロゲン元素と化合してハロゲン化物となる。管壁温度をある値以上に保っておくと、このハロゲン化物は管壁に付着することなく、対流などによってフィラメント近傍の高温部に戻り、そこでハロゲンと解離（分子や結晶が、より小さな原子やイオンに分解すること）してタングステンはフィラメント表面に析出（気体・液状の物質から結晶または固体状成分が分離して出てくること）する。このように、蒸発したタングステンを低温部の管壁付近に析出することなく高温部のフィラメントに移す循環反応をと呼んでいる。このような化学反応を利用して管壁のを防止し、電球の寿命や（新品の時と比べて、どれくらい明るさを維持しているか）を改善している。また、バルブ外表面に可視放射を透過し、をするような膜（多層干渉膜）を設け、これによって電球から放出されるを低減し、小型化、高効率化を図ったハロゲン電球は、店舗や博物館などのや自動車のなどに広く利用されている。なお、ネオンランプのガスには希ガスが用いられており、18 族に属する 6 種類の元素のことで、元素記号で書くとであり、名称で書くとである。

- (1) (2) (3) (4)
 (5) (6) (7) (8) (9) (10)
 (11) (12)

5. 高圧水銀蒸気中のアーク放電によって輝線^{きせん}スペクトル（単色光）が現れ、(1)、(2)、(3)などの高輝度^{きこう}放電灯を総称して(4)と呼んでいる。(1)と(2)の発光管には、水銀の他に普通は(5)が封入されている。外管の役目は、発光管の保護・保温、紫外放射の遮断であり、発光管と外管の間には(6)が封入してある。光の色は(7)であり寿命は(8)である。(3)の光の色は(9)であり寿命は(10)である。いずれも始動してから定常状態に達するまでに(11)を要すること、いったん消灯すると発光管が冷却し放電電圧が低くなるまで再始動できず再始動までに(11)を要することが問題である。(1)、(2)、(3)の効率は(12)の順となる。なお、低圧ナトリウム灯はランプ効率が140-200 lm/Wと非常に高い。しかし、その光の色は(13)であり、単色光のため演色性^{えんしよくせい}（照明で物体を照らすときに、自然光が当たったときの色をどの程度再現しているかを示す指標）はきわめて悪く、色の識別ができない。このため一般照明には使われず、(14)などに使用されている。

- (1) (2) (3) (4) (5)
 (6) (7) (8) (9) (10)
 (11) (12)
 (13) (14)

6. 電球形 LED ランプは、LED、点灯装置および(1)で構成され、安全性および性能が損なわれないように容易に分解できない構造を採っている。また、一般白熱電球代替用の外観は、(1)、光拡散用グローブおよび(2)用^{きょうたい}筐体で構成される。LEDは半導体であるので、その(3)の温度が特性の変化や信頼性に最も影響する。特に一般に使用される白色LEDでは、消費する電力のうち(4)に変換されるものは、高いものでも三十数パーセント程度であり、その他のすべての電力は損失となる。このため筐体の(2)設計が重要になる。一般に自然空冷の照明器具の使用環境は(5)以下の温度であることを基本に設計されているので、電球形LEDランプが密閉される照明器具、埋込み形照明器具などでは、その使用に制限を受けるものがある。白熱電球(10-20 lm/W)、電球形蛍光灯(60-80 lm/W)、LED電球(60-85 lm/W)を比較すると、電球形蛍光灯に比べLED電球が省エネであるとはいえない。白熱電球(¥100)に対して寿命は電球形蛍光灯が6倍、LED電球が40倍であるが価格もほぼこの倍率である。国の方針で2020年までに水銀灯ランプと蛍光灯器具の製造を終了する指針が出ているが、省エネ対策ではなく、水俣条約による(6)の規制が理由と理解する必要がある。

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

7. 蛍光ランプは、低圧(1)蒸気中のアーク放電によって発生する(2)を、放電管内に塗布した(3)により可視光線に変え、放電自身の発する可視光線とともに利用するものである。ランプ効率は(4)であり、Hf蛍光灯の場合ランプ効率は(5)である。蛍光灯の寿命は、ランプが点灯しなくなるまでの時間(6)、または光束が(7)（100時間点灯後の光束）の70%に下がるまでの(8)のいずれか短い方をいい、平均寿命は(9)と長寿命である。一方、点滅によって1回当たり(10)程度電極寿命が短くなるので、高頻度に点滅を繰り返すトイレの人感センサーによる蛍光灯の入り切りは、平均寿命を短くする原因となる。

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

8. 光束 5000lm の均等放射光源がある。その全光束の 60% で面積 4m^2 の完全拡散性白色紙の片方の面 (A 面) を一様に照射して、その透過光により照明を行った。これについて次の(a), (b)に答えよ。ただし、白色紙は平面で、その透過率は 0.40 とする。

(a) 透過して白色紙の他の面 (B 面) から出る面積 1m^2 当たりの光束 (光束発散度) $[\text{lm}/\text{m}^2]$ の値を求めよ。

(b) 白色紙の B 面の輝度 $[\text{cd}/\text{m}^2]$ の値を求めよ。

9. 完全拡散性の直管形蛍光灯があり、管の直径が 38mm, 管の発光部分の長さが 600mm, その軸と直角方向の光度は 114cd で一定である。この蛍光灯の輝度 $[\text{cd}/\text{m}^2]$ の値を求めよ。

10. 光源に関する記述として、誤っているものを次のうちから 1 つ選べ。

(1) ネオンサインは、陽光柱の発光を利用するもので、光色は、封入ガスの種類、着色ガラスの色などにより異なる。

(2) ネオンランプは、負グローが橙赤色に発光する光を利用するもので、表示灯などに用いられる。

(3) 低圧ナトリウム灯の光は、霧や煙などをよく透過するが、演色性が悪い。

(4) 高圧ナトリウム灯は、黄白色の光色で、寿命は比較的短い。

(5) キセノンランプは、石英管内にキセノンガスを封入して点灯し、太陽光とほぼ同じ色温度を有するが、寿命は比較的短い。

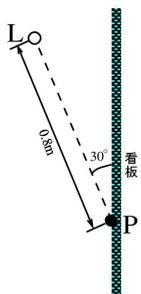
解答：

11. ある光源の平均球面光度が 200cd であった。この光源の全光束 $[\text{lm}]$ を求めよ。

1 2. 図に示すハロゲンビーム電球がある。その配光は光柱の軸線に対して対称であって、ビーム光束は光柱の開き 30° の平面角内に投射されるものとする。ビーム電球の効率を 10lm/W とするし、光柱の平均光度 $[\text{cd}]$ の値を求めよ。

1 3. 円形テーブルの中心点の直上に全光束 1500lm で均等放射する電球を取り付けた。この円形テーブル面の平均照度 $[\text{lx}]$ の値を求めよ。ただし、電球から円形テーブル面までの距離に比べ電球の大きさは無視できるものとし、電球から円形テーブル面を見た立体角は 0.74sr 、円形テーブルの面積は 2m^2 とする。

1 4. 図のように、看板を照らす光源 L がある。看板上の点 P の照度を 200lx とするために必要な光源の \vec{LP} 方向の光度 $[\text{cd}]$ の値を求めよ。ただし、点 P は光源 L を含み看板に直角な平面上にあるものとする。



15. 次の式を変形せよ。

(1) $\sin(\theta + 90^\circ)$

(2) $\cos(90^\circ - \theta)$

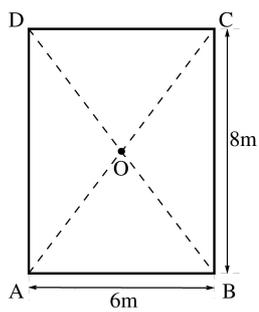
(3) $\tan(\theta + 90^\circ)$

(4) $\sin(180^\circ - \theta)$

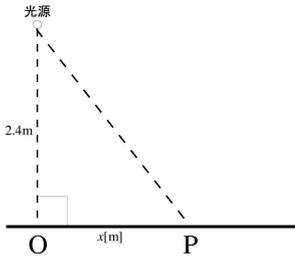
(5) $\cos(\theta + 180^\circ)$

(6) $\tan(180^\circ - \theta)$

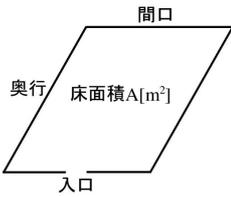
16. 図に示すような幅 6m, 奥行 8m の長方形の駐車場の四隅に柱を立て, 各柱の地上から 5m の頂点に全光束 5000lm の水銀灯を設置した。駐車場の中心 O の水平面照度 [lx] を求めよ。ただし, 各水銀灯は均等光源とする。



17. 図のように、底面上の点Oの直上2.4mの高さに、単位当たり(1m当たり)の光束3000 lm/mの無限に長い直線光源が底面と平行(紙面に垂直)に置かれている。管軸に垂直な方向で光源直下の点Oからの距離 x [m]の点Pにおける水平面直接照度が、点Oにおける直接照度の1/2になったとき、点Pにおける水平面直接照度[lx]の値を求め、そのときの x [m]の値を求めよ。



18. 間口4m、奥行6mの部屋の天井に40W蛍光灯2灯用照明器具(下面開放形)を4基取り付けた。床面の平均照度[lx]を求めよ。ただし蛍光灯の効率は75 lm/W、保守率は0.7、床面に対する照度率は0.4とする。



19. 照明用光源の性能評価と照明施設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) ランプの効率は、ランプの消費電力に対する光束の比で表され、その単位は[lm/W]である。
 - (2) 演色性は、物体の色見え方を決める光源の性質をいう。光源の演色性は平均演色評価数 Ra で表される。
 - (3) ランプの寿命は、ランプが点灯不能になるまでの点灯時間、または光束維持率が基準値以下になるまでの点灯時間のどちらか短い方の時間で決まる。
 - (4) 色温度とは、光源の光色を表す指標で、これと同一の光色を示す黒体の温度[K]で示される。色温度が高いほど赤みを帯び、暖かく感じる。
 - (5) 保守率は、照明施設を一定期間使用した後の作業面上の平均照度と新設時の平均照度に対する比である。なお、照明器具と室の表面の汚れ(室内の床のほこりや壁の汚れ)やランプの光束減退によって照度が低下する。

誤り：

20. 光源について、一般に効率の高いものから低いものの順に、左から右へ記載してあるものを次のうちから一つ選べ。

- (1) 白熱電球, キセノンランプ, 高圧水銀灯, 蛍光灯, ナトリウム灯
- (2) キセノンランプ, ナトリウム灯, 蛍光灯, 高圧水銀灯, 白熱電球
- (3) ナトリウム灯, 蛍光灯, 高圧水銀灯, キセノンランプ, 白熱電球
- (4) ナトリウム灯, キセノンランプ, 蛍光灯, 高圧水銀灯, 白熱電球
- (5) キセノンランプ, ナトリウム灯, 白熱電球, 蛍光灯, 高圧水銀灯,

答え：

21. 下記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) タングステン電球（白熱電球）からの放射は、熱放射である。
- (2) ルミネセンスとは物質が光や電界などからエネルギーを吸収して光を放出する現象である。
- (3) 低圧ナトリウム灯は黄橙色の単光色なので演色性は悪いが、発光色が最高視感度の波長に近いので人口光源中最高効率である。
- (4) 可視光（可視放射）に比べ、紫外放射（紫外線）は長波長の、また、赤外放射（赤外線）は短波長の電磁波である。
- (5) 蛍光灯では、管の内部で発生した紫外放射（紫外線）を、管の内壁の蛍光体にあてることによって、可視光（可視放射）を発生させている。
- (6) 白熱電球のフィラメント材料のタングステンは、温度上昇に伴い抵抗が大きくなる特性を持っており、常温で点灯する瞬間は、定格電流の数倍から数十倍以上の過大な突入電流が流れ、ただちにフィラメントが温度上昇して電流が減少し、定常状態になる。
- (7) 点灯中の放電ランプは電流が増えると両端電圧が下がるという負性抵抗特性を持っており、これを電圧一定の電源で点灯させようとしても電流が安定しない。直列にインピーダンスを接続して、全体として電流が増えたら電圧も上がるという特性にする。インピーダンスに抵抗を使用すると損失が大きいため、電力を消費しないコイルを使用する。これを安定器と呼ぶ。

誤り：

22. 電気加熱に関する量と記号を示してある。それらの単位を書け。

量の名称	記号	単位	量の名称	記号	単位
温度	t	(1)	熱容量	C	(6)
温度差	θ	(2)	比熱	c	(7)
熱流	I	(3)	潜熱	β	(8)
熱抵抗	R	(4)	熱伝導率	λ	(9)
熱量	Q	(5)	熱伝達係数	h	(10)

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

23. 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 10cm と 30cm の箇所で壁の内部温度を測定したところ、それぞれ 72℃ と 142℃ の値が得られた。炉壁の熱伝導率 λ を 0.94 としたときの、この炉壁からの単位面積当たりの熱損失 $[W/m^2]$ を求めよ。ただし、壁面の垂直な方向の温度勾配は一定とする。

24. 直径 20cm, 長さ 3m の円柱状の物体がある。その一端の温度を 200°C とするとき, 他端は温度 100°C となった。これは 1 時間につき 200kJ の熱が伝わったと考えたとき, この物体の熱伝導率 λ を求めよ。ただし, この物体の側面からの熱放散はないものとする。

25. 直径 0.5mm, 長さ 3m, 抵抗率 $1.1\mu\Omega\cdot m$ のニクロム線に 100V を加えたとき, このニクロム線の抵抗値を求め, 1 分当たりの発熱量 $Q[\text{kJ}/\text{min}]$ を求めよ。ただし, 温度による抵抗率の変化は無視するものとする。

26. 電熱器の電熱線が経年により, 新品時に比べ, その長さが $a[\%]$, 直径が $b[\%]$ 減少した。電熱器の消費電力は新品時のおよそ何倍になるか。

27. 毎分 $3\times 10^3\text{kJ}$ の熱量を排出するための換気扇の容量 $[\text{m}^3/\text{min}]$ を求めよ。ただし, 吸排気の温度差は 5°C とし, 空気の密度は $1.2\text{kg}/\text{m}^3$, 比熱は $1\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

28. 電気炉により, 質量 500kg の^{ちゅうこう} 鋳鋼を加熱し, 20 分間で完全に溶解させるのに必要な電力 $[\text{kW}]$ を求めよ。ただし, 鋳鋼の加熱前の温度は 15°C, 融解潜熱は $314\text{kJ}/\text{kg}$, 比熱は $0.67\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ および融点は 1535°C であり, 電気炉の効率は 80% とする。

29. 鋳鋼 1t を 40 分で融解する電気炉がある。鋳鋼の初期温度は 20°C, 融点は 1535°C, 比熱は $0.67\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 融解潜熱は $314\text{kJ}/\text{kg}$, 炉の効率は 75% とする。鋳鋼の融解に要する理論熱量 $[\text{MJ}]$ を求め, 電気炉の所要電力 $[\text{kW}]$ を求めよ。

30. 1気圧で20°Cの水5.6lを一定割合で加熱し、4時間ですべての水を蒸発させるのに要する電熱装置の容量[kW]を求めよ。ただし、水の比熱を4.186kJ/(kg・K)、蒸発潜熱を2260kJ/kgとし、電熱装置の効率を70%とする。

31. 15°Cの水2tを-10°Cの氷にするために必要な取り去る熱量[MJ]を求めよ。ただし、水の凝固潜熱は334kJ/kg、氷の比熱は2.09kJ/(kg・K)とする。

32. 製鉄用アーク炉はアーク加熱の代表的な例であり、商用周波数の三相交流をそのまま用いる交流アーク炉と直流に整流して用いる直流アーク炉とがある。両者ともに電圧は数百ボルト程度、電流は数千アンペアから数万アンペア以上のアークを(1)と非加熱物である鉄くずや還元鉄との間に発生させて加熱・溶解する。電炉法で鉄を精製する際鉄の温度は1600°C、電極の先端温度は3000°Cにも達するが、この温度に耐えうる電極は現在のところ(1)しか存在しない。大容量の電気負荷であるため、その負荷変動や波形ひずみが(2)や(3)などの電源障害の発生源となる。(2)は電圧変動の原因となり、照明のちらつきや電動機の回転ムラなどを引き起こすので、工場製品の品質低下を生じさせる。対策として、進み・遅れの力率をサイリスタで制御する(4)が用いられる。(3)は配電系統の電圧を歪ませ、その系統に接続されたコンデンサやリアクトルの異常音・加熱・焼損を引き起こす。対策として(5)や(6)が用いられている。

交流アーク炉では、炉用変圧器二次側の電極までの三相回路の(7)が不平衡であるとアーク電圧に高低を生じ、局所的に高温となって炉壁を損傷するため、各相導体の三角配列などによってアーク電圧の不平衡を解消する必要がある。一方、直流アーク炉では、直流母線に流れる電流が作る磁界によって(8)が発生することで、被溶解物の不均一溶解や炉内にホットスポットを生成する原因となり、母線の配置には工夫が必要となる。

両者を電源系統に与える影響で比較すると、アーク発生から消滅までの入力の有効・無効電力特性などから(9)の方が影響が少なく、同一定格容量の場合、弱小電源系統への接続が比較的容易である。

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

33. 金属など、導電性の被加熱物を加熱する方法の1つとして、被加熱物を交番磁界中におく誘導加熱がある。被加熱物の内部に侵入した交番磁束は、電磁誘導によって被加熱物内部に渦電流を流す。この渦電流で生じるジュール熱によって被加熱物自身が発熱し、加熱される。

単位時間当たりに被加熱物に発生する熱量は、交番磁束の大きさの(1)する。また、その熱量は、交番磁束の周波数のほか、被加熱物の(2)や(3)にも依存する。さらに、(2)や(3)は加熱昇温中に変化する可能性がある。一方、被加熱物の内部に侵入した交番磁束は被加熱物の表面近くに集まる性質がある。このため、渦電流も被加熱物の表面近くに多く流れる。この現象は(4)と呼ばれている。(4)を示す指標として浸透深さがある。浸透深さは交番磁束の周波数に(5)する。また、(2)が低いほど浸透深さは浅い。浸透深さが浅くなると、被加熱物の表面に近い部位がより強く加熱され、表面加熱に近い様相を呈する。

したがって、被加熱物を適正に加熱するためには、加熱されるべき部位と達成すべき昇温温度に応じた交番磁束の周波数と大きさの選択が必要である。

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

34. 誘電体を高周波電界中に配置し、主として誘電体自身の (1) 作用による損失で発熱・昇温させる加熱方式を誘電加熱と呼ぶ。誘電加熱の中で周波数帯が 300MHz~30GHz 範囲を使用するものを、特に (2) 加熱と称し区別している。一般に市販されている電子レンジには、主に (3) の電磁波が使用されている。この電磁波が電子レンジの加熱室に入れた被加熱物に照射されると、被加熱物は主に電磁波の交番電界によって被加熱物自体に生じる (4) によって被加熱物自体が発熱し、加熱される。被加熱物が効率よく発熱するためには、被加熱物は水などの (5) 分子を含む必要がある。また、一般に (4) は電磁波の周波数に (6) し、被加熱物への電磁波の浸透深さは電磁波の周波数が高いほど (7)。

誘電加熱で発熱に要する単位体積当たりの電力は、印加する電界の強さ $E[V/m]$ の (8) および印加する周波数 $f[Hz]$ 、被加熱物の比誘電率 ϵ_r 、誘電正接 $\tan \delta$ に比例する。 $\epsilon_r \tan \delta$ を誘電損失係数と呼び、誘電加熱の用意さを判断する目安となる。この値が 0.01 程度以下の物質については誘電加熱が困難である。なお、実際の適用では、通信設備への電波妨害や生体への影響などの考慮が必要で、周波数は電波法で (9) 周波数として、使用できる数値が決められている。誘電損失係数の差を利用して、例えば木材の接着に接着部分のみの加熱や、包装材が誘電率の小さいものであれば、内部の食品のみの加熱など、加熱部分の選択を行うことができる。また、外部からの加熱による昇温のように、被加熱物自体の (10) に依存せず被加熱物を内部から加熱するので、急速で均一な加熱を行うことが可能である。

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

35. ヒートポンプの作用に関する記述として、誤っているものを一つ選べ。

- (1) 高温側で放出される熱量は、加えた動力の熱量より多いので、加熱用としては電熱を利用する場合に比べ、きわめて効率的である。
 (2) 低温度で利用価値のない廃熱を高温度の熱に変えて、再利用できる。
 (3) 低温側における冷却作用は、冷房用に適している。
 (4) 外部から機械的な仕事を受け、低温熱源から熱を吸収してこれを高温熱源へ放出するカルノーサイクルを行うものである。
 (5) 高温部と低温部との温度差が小さいほど効率的なので、温度差の小さい高温熱源の必要なところではきわめて有効である。

誤り：

36. エアコン、冷凍機、給湯器などにヒートポンプが広く用いられている。ヒートポンプは、外部から機械的な仕事 $W[J]$ を与え、低温側の熱交換器と高温側の熱交換器との間に冷媒を循環させることで、低温側の熱量 $Q_L[J]$ を吸収して、高温側の熱量 $Q_H[J]$ を放出している。冷媒が循環する際には、液体状態と期待状態がある。まず、低温側の熱交換器において、冷媒が低温側から熱を吸収して蒸発する、つまり液体の冷媒が熱を奪って気体になる。その後、低温低圧の気体となった冷媒は (1) によって高温高圧の気体の冷媒となり、高温側の熱交換器に送られる。そこで冷媒は高温側に熱を放出して凝縮し、中温高圧の液体となる。続いて、中温高圧の液体の冷媒は (2) を通ることによって冷媒は低温、低圧の気体+液体となって再び低温側の熱交換器に送られ、低温側から熱を吸収して蒸発することで、冷媒は低温低圧の気体となる。このような熱サイクルの基本サイクルは (3) と呼ばれる。熱量 $Q_H[J]$ と熱量 $Q_L[J]$ とヒートポンプを動かすために使ったエネルギーを $W[J]$ には (4) の関係が成り立つ。

ヒートポンプの性能を示す指標の一つとして成績係数 COP(coefficient of performance)がある。低温側の熱交換器で吸収した熱量を $Q_L[J]$ 、ヒートポンプを動かすために使ったエネルギーを $W[J]$ として、熱損失などを無視す

ると、低温側の熱を高温側へくみ上げるときのヒートポンプの効率 COP は (5) で与えられ、加熱サイクルの場合 1 より大きくなる。また、近年冷媒にはオゾン層破壊の心配がない (6) が使われるようになってきている。しかし、地球温暖化係数の高いことが課題である。

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

37. アーク溶接は、電極間にかかる電位差によって電極間に存在する気体が絶縁破壊し、(1) が放出されて電流が流れる放電現象を利用した電気溶接の 1 つである。大気中でアーク溶接を行う場合、溶融している金属に大量の窒素が溶け込み、溶接部分の機械強度を著しく低下させる。これを防ぐために大気をガスで遮蔽する方法があり、そのガスは主として(2) が使用される。アークの電圧-電流特性は、電流が小さい場合は負特性を示し、不安定である。しかし、アーク電流が一般的な溶接に用いられる(3) [A]以上になると、アーク長が一定ならばアーク電圧も一定に近い。アークの電気的特性は、直流アークが交流アークに比べ安定している。交流アークの不安定性の原因は、交流電流は半サイクル毎に零になり、その瞬間アークがいったん消滅することにある。そのため手溶接用の電源としては、アーク発生前には溶接機の電圧をある程度高くしておき、アーク発生後は電極間隔に変化があってもアーク電流を安定に維持できるよう、電源に(4) 特性を持たせることが必要である。このため、電源には(5) の大きい変圧器が主に使用される。

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

38. 次の文章は電気加工に関する記述である。

(a) 放電加工は、水や油などの高い絶縁性を持つ加工液中で被加工物と加工電極間にパルス状の(1) を繰り返し発生させることによって加工するのがその原理である。放電加工には大別して 2 つの方式がある。1 つは総型の電極(加工したい形状の電極)を転写加工する形彫り放電加工であり、もう 1 つはワイヤ電極を走行させながら工作物を糸のこ式に加工するワイヤ放電加工である。

(b) ビーム加工には電子ビーム加工、イオンビーム加工などがある。電子ビームの発生源には金属中の自由電子などがあり、金属が高温に加熱されるとこの電子が熱電子として外部に放出され、適当な分布を持つ電界によって一定方向に集中・加速されて指向性に優れたビームになる。飛行する電子の 1 個当たりのエネルギー E は、電子の電荷を e 、加速電圧を V とすると(2) のように表される。このビームが(3) を用いることによって収束や方向転換など空間的に制御されて被加工物に照射され、熱加工ができる。

(c) レーザ加工は使用環境を問わず、非接触で精密かつ高速の加工ができることが特徴である。産業用途によく利用されている加工用レーザは、赤外域の波長を持つ YAG レーザ、(4) レーザなどがある。加工材料である金属にレーザービームを照射すると、一部は表面で反射され、残りは内部を透過しながら吸収される結果、光エネルギーが熱エネルギーに変換される。赤外域の光の金属への吸収率は(5) の平方根に反比例し、一般的には温度上昇によって(5) が低下するので吸収率が増加することになり、加熱が加速される。

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