

計量器概論及び質量の計量

注意事項

- 1 解答時間は、1時間10分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は25問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である(各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法)。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
  - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
  - (2) 筆記用具はHBの黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。  
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
  - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
  - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

受 験 番 号	氏 名

問1 計量に関する用語とその説明の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 校正：指定の条件下において、第一段階で、計量標準により提供される測定不確かさを伴う量の値と、付随した測定不確かさを伴う当該の指示値との関係を確立し、第二段階で、この情報を用いて指示値から測定結果を得るための関係を確立する操作。
- 2 精密さ：文書化された切れ目のない校正の連鎖を通して、測定結果を計量参照に関連づけることができるという測定結果の性質。
- 3 測定：ある量に合理的に結びつけることが可能な一つ以上の量の値を、実験的に得るプロセス。
- 4 法定計量：法律に基づいて、計量、計量単位、計量器及び測定方法に関係し、適格な能力をもった機関によって行われる計量計測に関する活動の一部。
- 5 検定：あるものを一定の基準に従って検査し、それが基準に合致しているかどうかを確定又は認定すること。

問2 測定の不確かさに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 不確かさの概念では、「真の値」を知ることはできないと考えられている。
- 2 不確かさの推定においては、測定対象量の正しい定義が必要である。
- 3 ある測定結果の不確かさが複数の独立した要因による場合、それぞれの要因の不確かさから合成標準不確かさを求めることができる。
- 4 不確かさを統計的に求めることができない場合には、既存の知識から推定することができる。
- 5 標準不確かさとは、測定結果のばらつきが正規分布に従うと仮定した場合の標準偏差の2倍に相当する。

問3 同一の測定対象量について複数回の測定を行った。この場合の測定結果に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

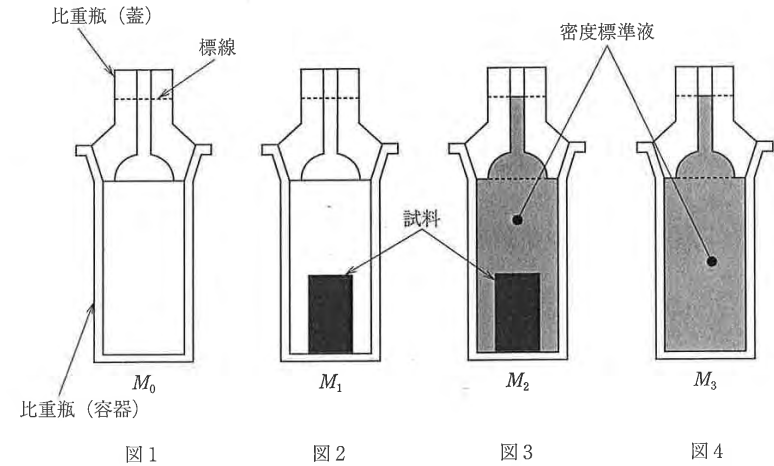
- 1 同一の測定装置と測定手順の下で、同一の測定対象量を繰り返して測定したときの指示値のばらつきから、測定の一貫性を推定できる。
- 2 測定場所、測定者、又は測定装置を一定範囲内で変えて行った同一の測定対象量に対する指示値のばらつきから、測定の一貫性を推定できる。
- 3 環境の影響を受けにくい測定装置を用いた場合、一貫性と再現性の値の差は小さい。
- 4 標準偏差で表した一貫性と再現性の値を比べると、一貫性の値がつねに大きい。
- 5 環境条件の影響が既知の場合は、その影響を補正した値のばらつきから測定の一貫性が推定できる。

問4 液体の粘度及び動粘度の測定に使用される計量器に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 細管粘度計は、密度の測定を行わずに、動粘度を直接求めることができる。
- 2 細管粘度計は、内径が均一な細管中に層流状態で試料を流し、一定体積の試料が流れるために要する時間を測定して粘度を求める。
- 3 振動粘度計は、振動片の固有振動数が液体の粘度のみに比例して変化する原理を利用して粘度を求める。
- 4 落球粘度計は、試料中に球を落下させ一定距離を落下するために要する時間を測定して試料の粘度を求める。
- 5 共軸二重円筒形回転粘度計は、同一中心軸をもつ外筒及び内筒の隙間に満たされた試料を層流状態で回転流動させ、トルク又は角速度を測定して粘度を求める。

問5 比重瓶を使用して固体の密度を求めるには、比重瓶の質量  $M_0$  (図1)、比重瓶に試料を入れたときの質量  $M_1$  (図2)、さらに比重瓶の標線まで密度標準液を入れたときの質量  $M_2$  (図3)、比重瓶に標線まで密度標準液のみを入れたときの質量  $M_3$  (図4) を測定する。

これらの質量より試料の質量  $m_0 = M_1 - M_0$ 、比重瓶に入れた密度標準液の質量  $m_1 = M_2 - M_1$ 、試料と同じ体積の密度標準液の質量  $m_2 = M_3 - M_0 - m_1$  を求め、試料の密度を求める。密度標準液の密度を  $d_s$  としたとき、試料の密度を求める式を、選択肢の中から一つ選べ。



- 1  $(m_0/m_2) d_s$
- 2  $(m_0/m_1) d_s$
- 3  $(m_1/m_2) d_s$
- 4  $(m_2/m_0) d_s$
- 5  $(m_1/m_0) d_s$

問6 円筒などの外径を測定する外側マイクロメータに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 測定のためにスピンドルに加える力は、強いほど良い。
- 2 スピンドルとアンピルの測定面の形状測定は、オプティカルフラットを用いて干渉縞を観測して行う。
- 3 フレームを素手でしっかりと握りしめて、ゆっくりと測定する必要がある。
- 4 被測定物とマイクロメータが点接触するように、スピンドルとアンピルの測定面は球面に仕上げてある。
- 5 スピンドルの送り誤差は、光波干渉計を使って評価しなければならない。

問7 精密な長さの計量器は、「被測定物と測定の基準は、測定軸方向の同一直線上に配置されなければならない」というアッベの原理を満たすように作られている。以下に示した計量器の中で、アッベの原理を満たしているものに○、満たしていないものに×を付けた。次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

	マイクロメータ	ダイヤルゲージ	ノギス
1	×	×	×
2	○	○	○
3	○	×	×
4	○	×	○
5	○	○	×

問8 流量標準に用いる臨界ノズルに関する次の説明の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 流量値は、ノズルの寸法・形状によらない。
- 2 気体を対象として用いられる。
- 3 流量値は、流体中の音速に応じて決まる。
- 4 レイノルズ数を考慮する必要がある。
- 5 流体の温度と密度を考慮する必要がある。

問9 一軸の半導体加速度センサに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 小型化し質量が小さくなるほど固有振動数は高くなる。
- 2 測定する加速度ベクトルの方向と感度軸を一致させる必要がある。
- 3 感度軸と直交する方向の加速度は無視できる。
- 4 角加速度の影響を考慮する必要がある。
- 5 固有振動数以上の振動数の加速度測定には適さない。

問10 熱電対に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 常用限度とは、空気中において連続使用できる温度の限度をいい、熱電対の種類及び素線径に依存する。
- 2 基準接点とは、熱電対と導線との接続点、又は補償導線と導線との接続点を一定温度に保つようにしたものである。
- 3 保護管とは、測温接点や素線が、被測温物、雰囲気などに直接接触しないように保護するために用いる管である。
- 4 補償導線は、熱電対と基準接点との間の接続に用いられ、熱電対の電気抵抗を補償するために使用するものである。
- 5 規準熱起電力とは、基準接点が0℃のとき、測温接点の温度に対応して仮定の規準熱電対が発生する熱起電力である。

問11 加熱炉内でヒータからの放射により加熱されている金属塊の温度を、測定窓を通して狭帯域放射温度計を用いて測定する。この場合、放射温度計がとらえる放射エネルギーが必ず正比例するものはどれか。次の中から一つ選べ。

- 1 測定窓の透過率
- 2 金属塊表面の放射率
- 3 金属塊の熱力学温度の4乗
- 4 ヒータからの放射の強さ
- 5 放射温度計がとらえる放射光の波長の逆数

問12 一次遅れ形計量器に、周期1秒の正弦波状に変化する入力を与えた。数分後に出力を観察すると、出力も周期1秒の正弦波状に変化していたが、その位相は入力よりも $45^\circ$ 遅れていた。この計量器の時定数はおよそ何秒か。次の中から最も近い値の一つ選べ。

- 1 10秒
- 2 6.28秒
- 3 1秒
- 4 0.16秒
- 5 0.1秒

問13 重錘形圧力天びんによって10.0 MPaの圧力を発生させる。ピストンシリンダ部の有効断面積が $1.00 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ のとき、何kgの重錘を用いるべきか。次の中から最も近い値の一つ選べ。

ただし、重力加速度は $9.80 \text{ m/s}^2$ とする。

- 1 10.2 kg
- 2 1.02 kg
- 3 1.00 kg
- 4 0.98 kg
- 5 0.098 kg

問14 デジタル計量器に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 サンプルング時間間隔の2倍よりも長い周期の周波数成分を検出できる。
- 2 AD変換器を用いてアナログ信号の量子化を行う際に、量子化誤差が生じる。
- 3 ゼロ点のドリフトを無視することはできない。
- 4 測定値の遠隔表示や演算処理に適している。
- 5 測定値は外部雑音の影響を受けない。

問15 電気標準の基本的要素に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 直流抵抗の国際的な計量標準には量子ホール効果抵抗標準が用いられている。
- 2 直流電圧の国際的な計量標準にはジョセフソン電圧標準が用いられている。
- 3 直流電流の国際的な計量標準にはピエゾ素子が用いられている。
- 4 量子ホール効果抵抗標準については国際的な協定値が決められている。
- 5 ツェナー電圧発生器は校正して用いる。



問16 密度が $\rho$ の被校正分銅の校正証明書に、「協定質量」が $m_c$ との記載があった。

ここで、校正に用いられた参照分銅の密度を $\rho_c$ 、空気密度を $\rho_a$ とすると、被校正分銅の「真の質量」 $m$ と $m_c$ との関係を表す数式はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

ただし、被校正分銅の校正証明書において、「協定質量は、20℃の温度で $1.2\text{ kg/m}^3$ の密度の空気中において被校正分銅と釣り合う密度が $8000\text{ kg/m}^3$ の参照分銅の質量である。」と定義されている。

1  $m_c\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right) = m\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_c}\right)$

2  $m_c\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_c}\right) = m\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right)$

3  $m_c\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right) = m\left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right)$

4  $m_c\left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right) = m\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right)$

5  $m_c\left(1 - \frac{\rho_c}{\rho_c}\right) = m\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_c}\right)$

問17 ひずみゲージ式ロードセルに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 弾性体の材質や形状の違いは、ロードセルの性能に影響を与える。
- 2 一般に、ひずみゲージの抵抗変化は、ブリッジ回路を利用して測定する。
- 3 ブリッジ回路には、温度補償やゼロ点調整のための抵抗を組み込んだものもある。
- 4 ブリッジ回路の入力電源には、直流及び交流のどちらも使用できる。
- 5 弾性体に力が加わると、ブリッジ回路では入力電圧以上の出力電圧を得ることがができる。

問18 「JIS B 7609分銅」の規定内容に関する次の記述の中から、正しいもの一つ選べ。

- 1 1 mgから20 kgの範囲では、精度等級ごとに公称質量と最大許容誤差の関係は相対的に一定である。
- 2 500 mg以下の線状及び板状分銅の形状は、計量法上の基準分銅の形状と同一である。
- 3 ステンレス鋼製の分銅の質量校正において、磁性による不確かさ成分は無条件で無視できる。
- 4 校正前の分銅の質量調整について、これが必須であると定めている。
- 5 500 mg以下の線状及び板状分銅には、公称値の表記を認めていない。

問19 電子式はかりを用い、試料の質量を空気中で分銅との比較によって測定した。電子式はかりに載せたときの分銅及び試料の表示はそれぞれ等しく1000.001 gであった。試料の真の質量はいくらか。次の中から、正しいもの一つ選べ。

ただし、分銅の真の質量は1000.001 g、分銅の体積は126 cm<sup>3</sup>、試料の体積は121 cm<sup>3</sup>、比較時の空気密度は0.0012 g/cm<sup>3</sup>であった。

- 1 1000.007 g
- 2 1000.005 g
- 3 1000.001 g
- 4 999.997 g
- 5 999.995 g

問20 「JIS B 7611-2非自動はかり－性能要件及び試験方法－第2部：取引又は証明用」に規定されている非自動はかりの表示に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 目量は、 $1 \times 10^k$ 、 $2 \times 10^k$ 又は $5 \times 10^k$ 単位の形式でなければならない。ここで、指数 $k$ は正若しくは負の整数又は零に等しい。
- 2 デジタル表示で小数を表す場合、小数点で整数部と小数部を区別し、整数部は一桁以上の数字で表し、小数部はすべての桁で表す。
- 3 はかりは、ひょう量から目量の10倍を超えて表示をしてはならない。
- 4 近似表示装置の目量は、目量の20倍以上でひょう量の1/100よりも大きくなければならない。
- 5 計量結果は、計量単位の名称又は記号を含んでいなければならない。

問21 増おもりと送りおもりを併用したはかりについて、図1は無負荷状態での釣合い、図2は負荷状態での釣合いを示す。図2の釣合いの式として、選択肢の中から、正しいものを一つ選べ。

- A : 作用点                      B : 増おもりの力点                      F : 支点  
P : 増おもりの荷重              Q : 送りおもりの荷重              W : 荷重  
a : 支点から作用点までの距離  
b : 支点から増おもりの力点までの距離  
c : 支点から負荷時の送りおもりまでの距離  
 $c_0$  : 支点から無負荷時の送りおもりまでの距離 ( $c_0 > 0$ )

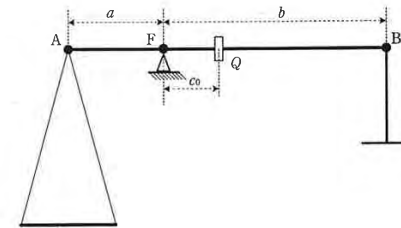


図1 無負荷状態での釣合い

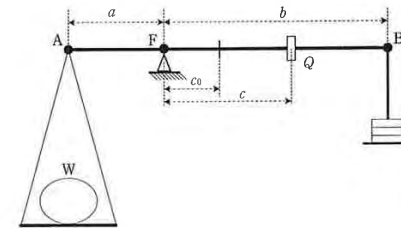


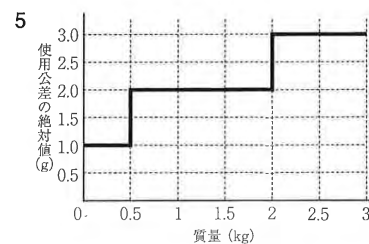
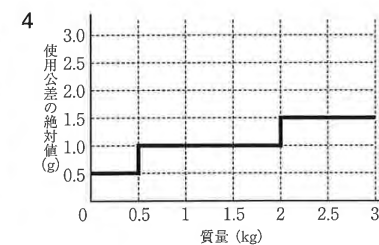
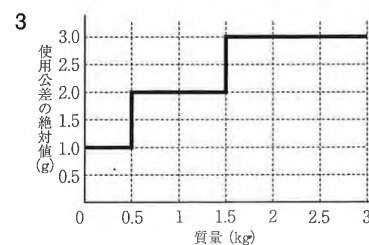
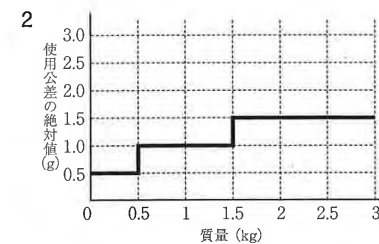
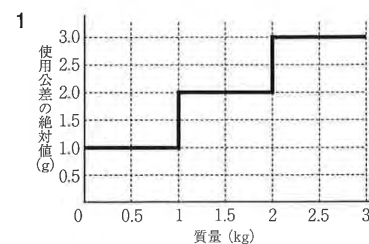
図2 負荷状態での釣合い

- 1  $W \times a = P \times b + Q \times c$
- 2  $W \times a = P \times b + Q \times (c - c_0)$
- 3  $W \times a = P \times b - Q \times (c - c_0)$
- 4  $W \times a = (P + Q) \times (b + c)$
- 5  $W \times a = \frac{(P + Q) \times (b + c)}{2}$

問22 計量法上の特定計量器であって、精度等級が3級、ひょう量が6 kg、目量が1 gの非自動はかりの使用検査を行う。「性能に係る技術上の基準」である繰返し性に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 ひょう量に相当する質量の分銅を使用し、3回の計量を行う。
- 2 同一荷重による3回の計量結果の最大値と最小値の差は、その荷重に対するはかりの使用公差の絶対値を超えてはならない。
- 3 ひょう量の約50%の質量の分銅を使用し、3回の計量を行う。
- 4 計量中にゼロ点の変動した場合、ゼロ点を再設定してはならない。
- 5 載せ台の中央から偏った位置に分銅を加除し、計量を行う。

問23 計量法上の特定計量器であって、精度等級が3級、ひょう量が3 kg、目量が1 gの非自動はかりの使用公差を表す図はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。



問24 計量法上の特定計量器であって、精度等級が3級、ひょう量が3 kg、目量が1 gの載せ台を有する非自動はかりの使用検査を行う。「器差検査」に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 使用公差は、検定公差の2倍である。
- 2 ひょう量付近、最小測定量及び使用公差が変わる付近を含めた三つ以上の荷重について行う。
- 3 使用する基準分銅の器差は、検査を行うはかりの使用公差の1/3を超えないものとする。
- 4 使用する場所の重力加速度が表記されている場合は、その重力加速度の補正を行わなければならない。
- 5 使用する基準分銅は、載せ台のほぼ中央に載せて行う。

問25 計量法上の特定計量器である自動車等給油メーターの器差検定を「JIS B 8572-1 燃料油メーター 取引又は証明用 第1部：自動車等給油メーター」に従って基準タンクを用いて行った。このときの自動車等給油メーターの表示は10.00 L、基準タンクの読みは10.01 Lであった。この自動車等給油メーターの器差と検定公差はどれか。次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。  
ただし、基準タンクの器差は+0.01 Lとする。

	器差	検定公差
1	0.0 %	± 0.5 %
2	0.0 %	± 1.0 %
3	-0.1 %	± 1.0 %
4	+0.2 %	± 0.5 %
5	+0.2 %	± 1.0 %

I