

## 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カ所のみマークすること。
  - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆又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** 次の計量に関する用語とその説明の組合せの中から、誤っているものを一つ選べ。

用語	説明
1 測定された量の値	測定結果を代表する量の値
2 系統誤差	複数回の測定において、予測が不可能な変化をずらす測定誤差の成分
3 計量トレーサビリティ	個々の校正が測定不確かさに寄与する、文書化された切れ目のない校正の連鎖を通して、測定結果を計量標準に関連付けることができる測定結果の性質
4 定格動作条件	測定器又は測定システムが設計どおりに機能するために、測定中に満たさなければならない動作条件
5 最大許容誤差	既知の参照値に関して、任意の測定、測定器又は測定システムの仕様又は規則で許されている測定誤差の極限值

**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 不確かさの考え方は、「真の値」とそれを基準とした「誤差」という二つの概念に基づいている。
- 2 不確かさは、「用いる情報に基づいて、測定対象量に帰属する量の値のばらつきを特徴付ける負ではないパラメータ」を意味する。
- 3 お互いに独立した複数の不確かさ要因に依存する測定結果の相対合成不確かさは、それぞれの要因の相対不確かさの二乗和の平方根として表される。
- 4 不確かさの評価には、測定結果の統計的分析に基づくタイプAと、それ以外の方法に基づくタイプBがある。
- 5 不確かさの考え方は、測定値の分布が正規分布で近似できるという前提に基づいている。

**問3** 特性が線形で指示範囲に零の値を含まない計量器において、最小指示をA、最大指示をBとし、それらに対応する測定対象量の値をそれぞれ $Q_A$ 及び $Q_B$ とする。この計量器の感度を表す式はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1  $B/Q_B$
- 2  $A/Q_A$
- 3  $(B-A)/Q_B$
- 4  $(B-A)/Q_A$
- 5  $(B-A)/(Q_B-Q_A)$

**問4** 角度の測定に使用される機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 水準器は、水平又は鉛直の設定に使用される。
- 2 オートコロメータは、微小角度の測定に使用される。
- 3 サインバーは、角度の設定に使用される。
- 4 ポリゴン鏡は、角度変動の測定に使用される。
- 5 直角定規は、直角の基準として使用される。

問5 湿度計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 乾湿球湿度計の指示値は、風速の影響を受ける。
- 2 乾湿球湿度計は、水が氷結する0℃以下では使用できない。
- 3 乾湿球湿度計の乾球及び湿球の温度測定に、抵抗温度計や熱電対を使用したものがある。
- 4 毛髪湿度計は、毛髪が吸湿・脱湿により伸び縮みする性質を利用している。
- 5 露点湿度計は、気体の温度及び露点を測定して湿度を求めるもので、湿度の絶対測定法の一つである。

問6 長さを測定する計量器について、特徴的な要素と、それによって実現される機能に関する次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

	計量器	要素	機能
1	マイクロメータ	バーニヤ	測定子の動きの拡大
2	ノギス	てこ	変位を回転角に変換
3	ノギス	バーニヤ	最小目盛以下の数値の読取り
4	マイクロメータ	てこ	測定子の動きの拡大
5	ダイヤルゲージ	歯車	最小目盛以下の数値の読取り

**問7** 様々な材料の特徴と、その特徴を利用した計量器について説明した次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 ダイヤモンドは硬いため、ブリネル硬さ試験機の圧子に使用される。
- 2 マンガンは温度による電気抵抗の変化が小さく、経年変化も小さいため、標準抵抗器に使用される。
- 3 白金は空気中では熱的に安定で、その電気抵抗にはヒステリシス現象が少ないため、抵抗温度計に使用される。
- 4 ゲルマニウムはエネルギーバンドギャップが比較的小さいため、高分解ガンマ線検出器に使用される。
- 5 ベリリウム銅は弾性限界が大きく、高強度であるため、ブルドン管気圧計に使用される。

**問8** 次の流量計・流速計の中で、電源の供給がなくても動作可能な計量器はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 超音波流量計
- 2 コリオリ流量計
- 3 電磁流量計
- 4 面積式流量計
- 5 熱線風速計

問9 固有の名称をもつ組立単位の説明に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 パスカル (Pa) は圧力の単位であり、 $\text{N}\cdot\text{m}$ で表される。
- 2 ポアズ (P) は動粘度の単位であり、 $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ で表される。
- 3 ボルト (V) は電場の単位であり、 $\text{W}\cdot\text{A}$ で表される。
- 4 クーロン (C) は電荷の単位であり、 $\text{m}^{-2}\cdot\text{A}$ で表される。
- 5 グレイ (Gy) は吸収線量の単位であり、 $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ で表される。

問10 あるK熱電対の基準接点温度を $0\text{ }^\circ\text{C}$ とした場合、測温接点温度 $23\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $100\text{ }^\circ\text{C}$ における熱起電力を、それぞれ $E_{23}$ 、 $E_{100}$ とする。基準接点温度、測温接点温度、及びこの熱電対に生じる熱起電力に関する次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

	基準接点温度	測温接点温度	熱起電力
1	$0\text{ }^\circ\text{C}$	$-100\text{ }^\circ\text{C}$	$-E_{100}$
2	$100\text{ }^\circ\text{C}$	$23\text{ }^\circ\text{C}$	$E_{23} - E_{100}$
3	$23\text{ }^\circ\text{C}$	$100\text{ }^\circ\text{C}$	$E_{100}$
4	$100\text{ }^\circ\text{C}$	$-23\text{ }^\circ\text{C}$	$-E_{23} - E_{100}$
5	$23\text{ }^\circ\text{C}$	$23\text{ }^\circ\text{C}$	$2\cdot E_{23}$

問11 図にブリッジ回路による3線式抵抗温度センサの測定回路を示す。ブリッジの抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_X$ について $R_1=R_2$ とし、抵抗 $R_X$ を変化させてブリッジを平衡させ、その時の $R_X$ から測温体の抵抗 $R_t$ を求める。ブリッジから測温体までの導線抵抗を図のようにそれぞれ $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ とすると、ブリッジの平衡状態において $R_t=R_X$ が常に成り立つための条件はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1  $r_2 = 0$
- 2  $r_3 = 0$
- 3  $r_1 = r_2$
- 4  $r_2 = r_3$
- 5  $r_1 = r_3$

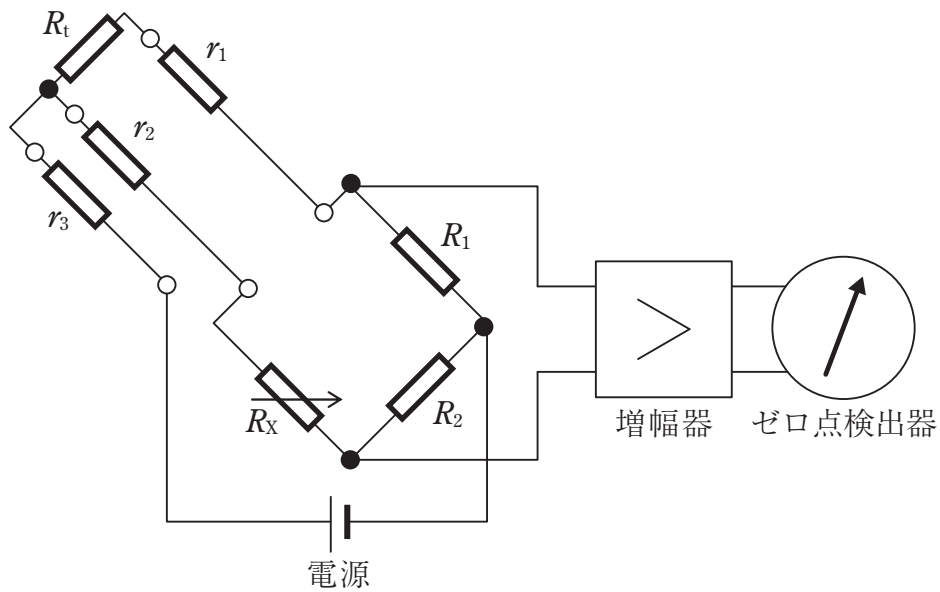


図 ブリッジ回路を用いた抵抗温度センサの測定回路

**問12** 時定数が1 sの一次遅れ形計量器に、正弦波状の入力を与えた場合の出力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 入力角周波数が1 rad/sの場合、出力の振幅は6 dB低下する。
- 2 入力角周波数が1 rad/sの場合、出力の位相は45°遅れる。
- 3 入力角周波数が0.1 rad/sの場合、出力の位相は5°程度遅れる。
- 4 入力角周波数が10 rad/sの場合、出力の振幅は20 dB程度低下する。
- 5 入力角周波数が100 rad/sの場合、出力の位相は90°近く遅れる。

**問13** 剛体で作られた容積不明の容器Xの容積測定を行う。まず剛体で作られた容積2000 cm<sup>3</sup>の容器Aを閉じられた弁を介して容器Xと接続し、容器Aには圧力400 kPaの空気、容器Xには圧力150 kPaの空気を充填した。次に弁をゆっくり開いて両容器を通じたところ圧力は350 kPaとなった。容器Xの容積はいくらか。次の中から、最も近い値を一つ選べ。

ただし、温度変化は非常に小さいとする。また、容器の容積は弁で閉じた部分の容積とする。

- 1 8000 cm<sup>3</sup>
- 2 4000 cm<sup>3</sup>
- 3 2000 cm<sup>3</sup>
- 4 1000 cm<sup>3</sup>
- 5 500 cm<sup>3</sup>



**問14** 渦流量計の動作原理に直接関係する渦の状態の量はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 渦の直径
- 2 渦の回転速度
- 3 渦の発生周波数
- 4 渦の移動速度
- 5 渦が消えるまでの時間

**問15** パルスを計数する計量器ではデジタルカウンタが用いられることがある。パルス信号を図1のTに入力したとき出力Qの状態がタイミングチャートのように変化する回路がある。この回路を用いて図2のような4ビットカウンタを構成した。この4ビットカウンタにパルス信号を入力し全て0の状態から動作させたとき、10個目のパルス信号がカウントされた直後のA、B、C、Dの状態として正しい組合せはどれか。選択肢の中から一つ選べ。

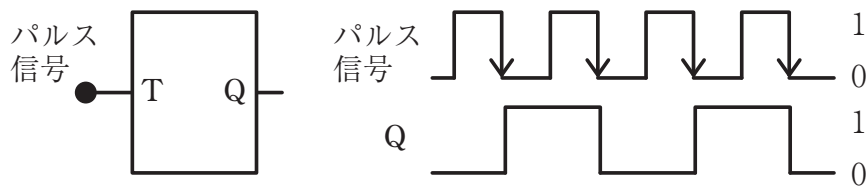


図1 回路とタイミングチャート

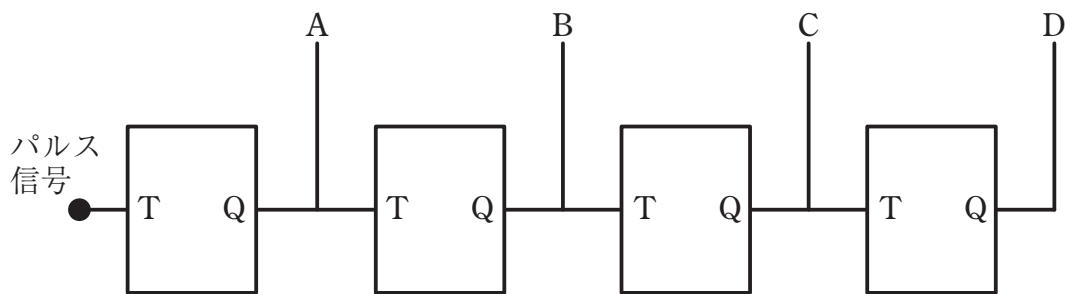


図2 4ビットカウンタ

	A	B	C	D
1	1	1	1	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	0
4	0	1	0	1
5	0	1	1	1

問16 図は、はかりに使われているロードセルの概略図である。図の弾性体に4枚のひずみゲージ（A、B、C、D）をひずみが正しく検知できる方向に接着した。これら4枚のひずみゲージを用い、荷重を負荷した際に生じるひずみ量を高感度に検出するためのブリッジ回路を作るには、どのように結線すればよいか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

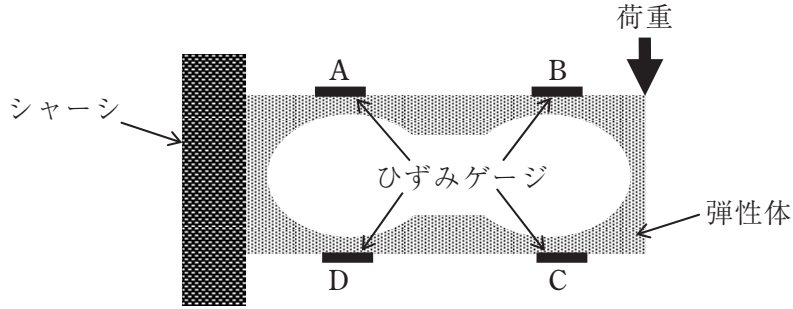
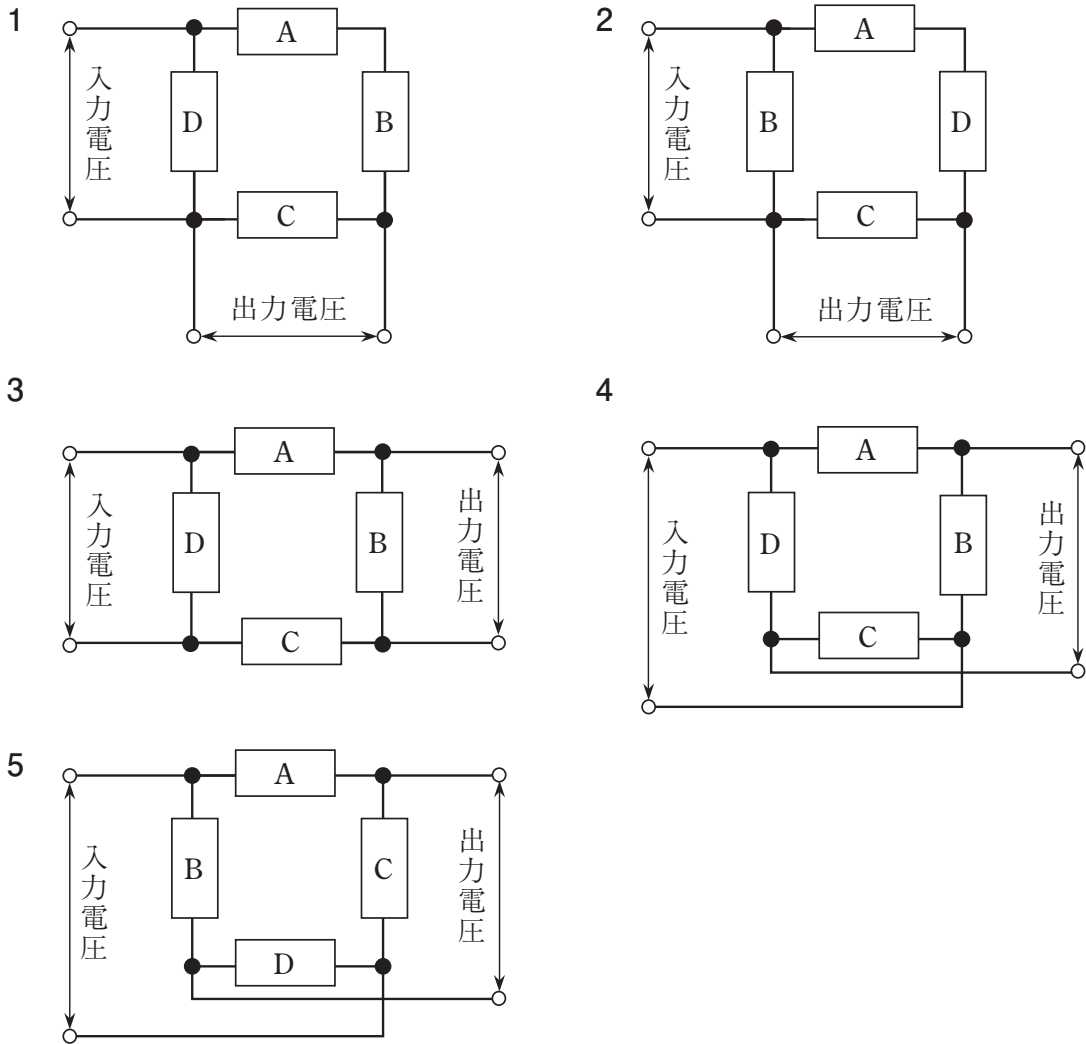


図 ロードセルの概略図



問17 はかりの名称をAからCに示し、はかりの測定原理の説明をアからカに示す。はかりの名称と説明の正しい組合せを選択肢の中から一つ選べ。

- A 電磁力平衡式はかり
- B 電気抵抗線式はかり
- C 音さ振動式はかり

- ア 弾性体の透磁率の変化を利用
- イ 弾性体に貼り付けたひずみゲージを利用
- ウ フレミングの左手の法則を利用
- エ 電極間の静電容量の変化を利用
- オ 振動子の固有振動数の変化を利用
- カ 回転するこまの歳差運動を利用

	A	B	C
1	エ	ウ	ア
2	イ	ア	カ
3	ウ	ア	オ
4	オ	イ	カ
5	ウ	イ	オ

**問18** 「JIS B 7609分銅」の規定内容について、次の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 協定質量の最大許容誤差を精度等級ごとに定めている。
- 2 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。
- 3 500 mg 以下の分銅は、公称値の表記を認めていない。
- 4 500 mg 以下の分銅の形状は、計量法上の基準分銅の形状と一部差異がある。
- 5 分銅材料の密度の許容範囲を精度等級ごとに定めている。

**問19** 計量法に規定されている特定計量器である非自動はかりのうち、使用場所で器差検定を行わなければならないものはどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 重力加速度の範囲が表記されていない目量の数6000以下の精度等級3級のばね式指示はかり及び電気式はかり
- 2 精度等級4級の電気式はかり
- 3 内蔵分銅による自己補正機構付き電気式はかり
- 4 精度等級3級の台手動はかり
- 5 重力加速度の範囲が表記された目量の数2000以下の精度等級2級のばね式指示はかり及び電気式はかり

**問20** 分銅の校正結果として一般的な「協定質量」に関する下記の記述について、二つの空欄を埋める数値をAからFに示す。数値の正しい組合せを選択肢の中から一つ選べ。

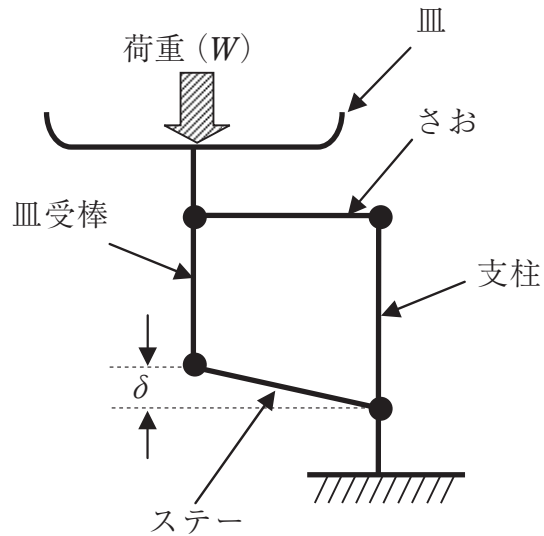
「国際法定計量機関による国際文書OIML D28（空気中の計量結果の協定値）に従って定められた空気中での質量測定結果についての取決めによる値、すなわち、20℃の温度で  kg/m<sup>3</sup>の密度の空気中において被校正分銅と釣合う密度が  kg/m<sup>3</sup>の参照分銅の質量。」

- A 0.0011
- B 0.0012
- C 1.2
- D 7.9
- E 8.0
- F 8000

	ア	イ
1	A	F
2	B	D
3	B	E
4	C	E
5	C	F

問21 下図に示すロバーバル機構をもつはかりの偏置誤差に関する記述の中から、正しいものを一つ選べ。

ただし、このロバーバル機構の皿受棒の長さは $\delta$ だけ短い。

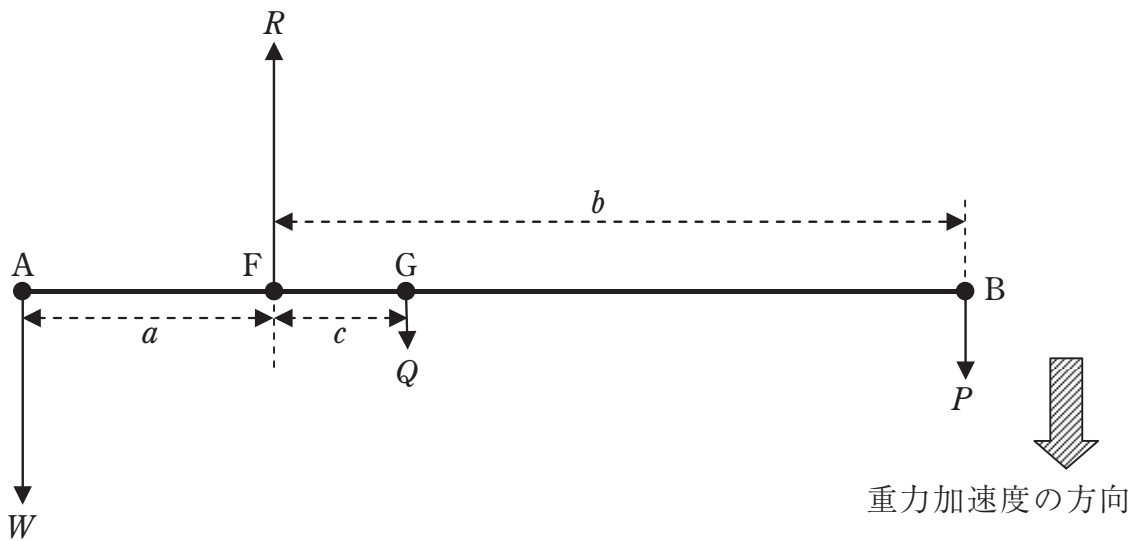


- 1 偏置誤差は、皿受棒と支柱との距離を長くすると小さくなる。
- 2 偏置誤差は、 $\delta$ が小さいほど大きくなる。
- 3 偏置誤差は、荷重 ( $W$ ) を負荷する位置が皿の中心から離れるほど小さくなる。
- 4 偏置誤差は、さおとステアとの距離を長くすると大きくなる。
- 5 偏置誤差は、荷重の大きさに関係なく常に一定である。

問22 棒はかりの水平でこの釣合いを図に示す。図のてこの説明として、誤っているものを次の選択肢の中から一つ選べ。

ただし、図に使用している記号は下記のとおりとする。

A：重点	W：荷重	a：支点と重点の距離
B：力点	P：荷重	b：支点と力点の距離
F：支点	R：支点を引っ張る力	c：支点と重心の距離
G：てこの重心	Q：てこの質量によって生じる力	



- 1 てこには、四つの外力が働いている。
- 2 てこに働くモーメントの代数和は、そのモーメントの絶対値の和である。
- 3 てこに働く外力の代数和は、零である。
- 4 モーメント  $W \cdot a$  の回転方向を正とすると、 $P \cdot b$ 、 $Q \cdot c$  は負となる。
- 5  $R$  によって支点Fに働くモーメントは、零である。



問23 「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」に規定されている零点設定装置に関する用語をAからDに示し、用語に対応する定義をアからウに示す。用語と定義の正しい組合せを選択肢の中から一つ選べ。

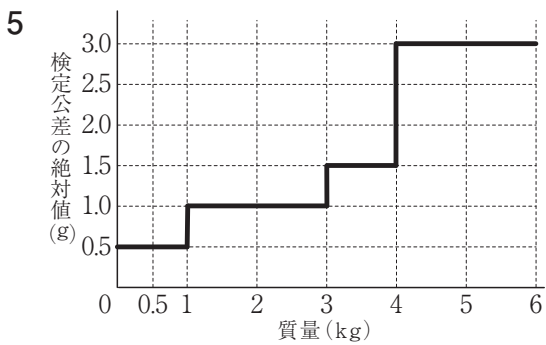
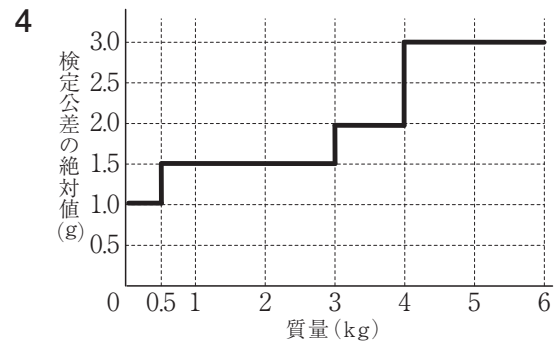
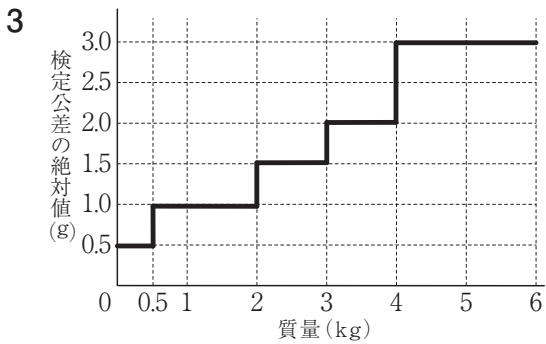
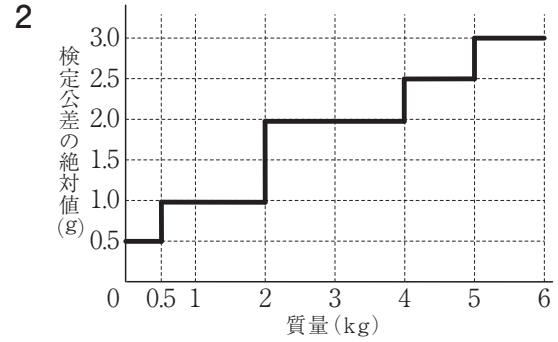
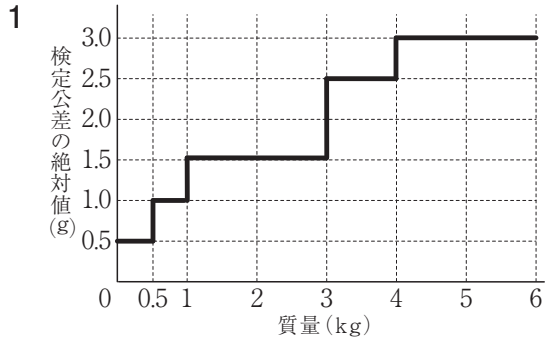
- A 初期零点設定装置
- B 非自動零点設定装置
- C 自動零点設定装置
- D 半自動零点設定装置

- ア 手動操作によって、自動的に表示を零に設定するための装置
- イ 操作者の介在なしで、自動的に表示を零に設定するための装置
- ウ 電源投入後に、はかりを使用する前に自動的に表示を零に設定するための装置

	ア	イ	ウ
1	C	B	A
2	D	B	A
3	B	A	C
4	D	C	A
5	B	D	C

問24 計量法に規定されているひょう量6 kg、精度等級3級の非自動はかりの検定公差を示すものはどれか。次の選択肢から、正しいものを一つ選べ。

ただし、この非自動はかりは、0 kgから3 kgまでの目量が1 g、3 kgを超え6 kgまでの目量が2 gの多目量はかりである。



**問25** 計量法に規定されている特定計量器である自動車等給油メーターの器差検定を衡量法で行った。このときの自動車等給油メーターの表示は50.01 L、基準台手動はかりの読みは46.50 kg、風袋は10.00 kgを使用した。

この結果から、計量法に規定されている真実の試験液の体積 $Q$ (L)を求める式はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

ただし、基準台手動はかりの器差は0.00 kgであり、試験液の密度は $0.73 \text{ g/cm}^3$ である。

1  $Q = \frac{46.50 - 10.00}{0.73 - 0.011}$

2  $Q = \frac{46.50 - 10.00}{0.73 - 0.012}$

3  $Q = \frac{46.50 - 10.00}{730 - 1.1} \times 1000$

4  $Q = \frac{46.50 - 10.00}{730 - 1.2} \times 1000$

5  $Q = \frac{50.01 \times 730}{730 - 1.293}$