

令和6年度第1回作業環境測定士試験 (鉱物性粉じん)

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

1 解答方法

- (1) 解答は、別の解答用紙に記入(マーク)してください。
- (2) 使用できる鉛筆(シャープペンシル可)は、「HB」又は「B」です。
ボールペン、サインペンなどは使用できません。
- (3) 解答用紙は、機械で採点しますので、折ったり、曲げたり、汚したりしないでください。
- (4) 解答を訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- (5) 問題は、五肢択一式で、正答は一問につき一つだけです。二つ以上に記入(マーク)したもの、判読が困難なものは、得点としません。
- (6) 計算、メモなどは、解答用紙に書かずに試験問題の余白を利用してください。

2 受験票には、何も記入しないでください。

3 試験時間は1時間で、試験問題は問1～問20です。

4 試験開始後、30分以内は退室できません。

試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。

試験監督員が席まで伺います。

なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。

5 試験問題はお持ち帰りください。

問 1 次の記述の 内に入る ① 及び ② の語句の組合せのうち、誤っているものはどれか。

「粒径 $5\ \mu\text{m}$ 程度の球形粒子が空気中を落下する際の終末速度は、 ① に ② する。」

- | | ① | ② |
|-----|----------|-----|
| 1 | 粒子の直径の二乗 | 比例 |
| 2 | 重力加速度 | 比例 |
| 3 | 粒子の密度 | 比例 |
| ○ 4 | 空気の密度 | 反比例 |
| 5 | 空気の粘性係数 | 反比例 |

問 2 媒質中の粒子の挙動に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 ブラウン運動している粒子の拡散係数は、絶対温度に反比例する。
- 2 空気中に浮遊する粒子を捕集して、それぞれの大きさを計測し、平均粒子径を求める場合、個数基準平均径の方が質量基準平均径より小さくなる。
- 3 平衡帯電状態では粒子が大きいほど 1 個当たりの平均帯電量は多い。
- 4 同じ大きさの球形粒子では、空気力学相当径は粒子の密度の平方根に比例する。
- 5 遠心力場における粒子の移動速度は、角速度の二乗に比例する。

問 3 密度 $2.60 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、粒径 $5.0 \text{ }\mu\text{m}$ の球形粒子について、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ の水中で終末沈降速度を測定して $2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ を得た。この粒子を $5 \text{ }^\circ\text{C}$ の水中で終末沈降速度を測定した場合に期待される値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、粒子の終末沈降速度はストークスの式に従い、水の密度と粘性係数は、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ と $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ではそれぞれ以下のとおりとする。

| 温度 | 水の密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) | 水の粘性係数 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) |
|-----------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| $25 \text{ }^\circ\text{C}$ | 0.9970 | 0.00895 |
| $5 \text{ }^\circ\text{C}$ | 0.9999 | 0.01525 |

- 1 $3.0 \times 10^{-4} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$
- 2 $5.0 \times 10^{-4} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$
- 3 $1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$
- 4 $3.0 \times 10^{-3} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$
- 5 $5.0 \times 10^{-3} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$

問 4 吸入性粉じん濃度の測定に用いられる分粒装置に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 測定に用いられる分粒装置は、規定の流量で使用する時空気力学相当径 $4 \text{ }\mu\text{m}$ の粒子を 50 % 除去する。
- 2 ノズル式インパクターで分粒される粒子の粒径は、ノズルを通過する空気の速度の 1/2 乗に反比例する。
- 3 慣性衝突式分粒装置では、粗大粉じんを除去するための捕集板には、粘着剤を規定の厚みとなるように塗布する。
- 4 サイクロン式分粒装置では、流速が速くなるほど、通過する粒子の 50 % 分粒粒径は小さくなる。
- 5 多段平行板式分粒装置の吸引流量を所定の流量より大きくすると、分粒装置を通過する粒子の 50 % 分粒粒径は小さくなる。

- 問 5 粉じんのろ過捕集法に用いられるフィルターに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- 1 メンブランフィルターは、帯電しにくいので粉じんの質量濃度の測定に適したろ過材である。
 - 2 メンブランフィルターは多孔質フィルターであり、繊維層フィルターに比べ空間率が小さい。
 - 3 繊維層フィルターでは、粒子はろ紙の表面だけでなく内部でも捕集される。
 - 4 粒径が $0.1 \mu\text{m}$ より小さい粒子の捕集では、拡散効果が有効であり、粒径が小さくなるほど捕集効率は高くなる。
 - 5 質量濃度の測定に用いるフィルターは、粒径 $0.3 \mu\text{m}$ の粒子を95%以上捕集する性能を有するものでなければならない。
- 問 6 環境空气中に浮遊する粉じんのろ過捕集法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- 1 ろ過捕集の際のろ過材の圧力損失は、ろ過面における流速にほぼ比例する。
 - 2 繊維層フィルターの方がメンブランフィルターより圧力損失が少ないので、多量の粉じんを捕集するのに適している。
 - 3 メンブランフィルターでは、粉じんの多くはフィルター表面で捕集される。
 - 4 メンブランフィルターの平均孔径は、水の表面張力を利用したバブルポイントテスト法によって求められる。
 - 5 浮遊粉じんの採じん量は、天秤の読み取り限度の5倍程度でよい。

問 7 粉じんのろ過捕集法に用いられる流量計に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 石けん膜流量計を用いてローボリウムエアサンプラーの流量計の校正を行ってもよい。
- 2 ローボリウムエアサンプラーに用いる流量計の校正に、湿式ガスメーターを用いるときは、通常、押し込み方式で使用する。
- 3 面積式流量計において、吸引試料空気の温度が常温より高くなると、流量計の指示流量は真の流量より小さくなる。
- 4 絞り式流量計は、管内を流れる気体の中にオリフィス板を置くと、板の上流側と下流側との間に生ずる圧力差が流量と一定の関係を示すことを利用している。
- 5 ハイボリウムエアサンプラーに表示される流量の校正には、ルーツメーターによって校正された絞り式流量計を用いてもよい。

問 8 光散乱方式の相対濃度計の特性等に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 相対濃度計の計数値は、吸引空気流量にほとんど影響されない。
- 2 散乱光の強度は、粒子の屈折率によって異なる。
- 3 光源の種類が異なる相対濃度計で求めた質量濃度変換係数は、同じ粉じんであっても異なる値となる。
- 4 数 μm の粒子における散乱光の強度は、散乱する方向によって異なる。
- 5 同じ組成、同じ質量濃度の粉じんにおいて、粒径 $1\mu\text{m}$ の粒子の方が粒径 $10\mu\text{m}$ の粒子よりも計数値は小さくなる。

問 9 相対濃度計を用いて鉱物性粉じんの濃度測定を行った場合の併行測定及び質量濃度変換係数に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 研磨作業における質量濃度変換係数は、発生源からの距離によって異なることが多い。
- 2 併行測定は、粉じんの発生状況や気流の影響等を考慮して、A 測定を実施した測定点のうちのいずれか一点で行わなければならない。
- 3 併行測定で得られた粉じん濃度が $1.50 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ で圧電天秤方式の粉じん計の 5 回の平均濃度が $1.20 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ の場合の質量濃度変換係数は、1.25 である。
- 4 光散乱方式の相対濃度計では、同じ粉じんでは、粒径が $0.5 \mu\text{m}$ 程度より大きいと、粒径が大きくなるほど質量濃度変換係数は大きくなる。
- 5 光散乱方式の相対濃度計では、粒度分布が同じであっても、石英粉じんと酸化鉄粉じんの質量濃度変換係数は同じになるとは限らない。

問 10 作業環境測定に用いる圧電天秤方式の粉じん計に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 試料空気は吸入口から規定流量で吸引され、慣性衝突式の分粒装置（インパクター）により粗大粒子が除かれる。
- 2 受感部（センサー）上に粉じんを捕集するため、直前にコロナ放電により粒子に荷電している。
- 3 圧電結晶板が一定の周波数で振動しているとき、その表面に粉じんが捕集されると、捕集粉じんの増加質量に比例して周波数も増加する。
- 4 圧電結晶板の周波数の変化量と捕集される粉じん質量の間には、約 2000 Hz 以内の範囲で比例関係がある。
- 5 表示された値は、直接当該粉じんの質量濃度を示すものではなく、質量濃度は、質量濃度変換係数を乗じて求めなければならない。

問11 空気調和されている室内に設置されている電子天秤及びフィルターの秤量操作等に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 粉じん濃度の測定には、読み取り限度 0.01 mg 以下の天秤を使用する。
- 2 天秤の水平が保たれていない状態で秤量すると、秤量値は真値より小さくなる。
- 3 周囲温度より温度の低い試料を秤量すると、秤量値は真値より大きくなる。
- 4 秤量しようとするフィルターは、汚染を防ぐために、秤量直前までデシケーター等の乾燥した密閉容器に保存する。
- 5 測定用フィルターの秤量値は、同一の手順で秤量を繰り返し、連続した2回の秤量値が同一になったときの値を測定に用いるフィルターの秤量値とする。

問12 遊離けい酸に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 遊離けい酸は、けい酸塩鉱物を構成する結合けい酸と区別するための名称である。
- 2 石英は、最も普遍的な造岩鉱物の一つであり、花崗岩や安山岩の主成分である。
- 3 石英は常圧下の 573 °C において可逆的に結晶構造が変化する。
- 4 けい藻土は、遊離けい酸含有率の測定対象ではない。
- 5 滑石は、遊離けい酸含有率の測定対象ではない。

問 1 3 遊離けい酸の分析に用いる堆積粉じんの液相沈降法による粒度調整方法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 採取した堆積粉じんは目開き 75 μm のふるいを通し、試料とする。
 - 2 試料の比重は石英の比重である「2.65」と仮定し、限界径 10 μm での沈降時間を求める。
 - 3 ピペット型液相沈降試験器に入れる懸濁液中の粉体濃度は、質量比で約 1 %を目安にする。
 - 4 ピペット型液相沈降試験器に懸濁液を移し、所定が目盛り線の位置まで精製水を加えた後、よく振とうし静置する。
- 5 所定の時間が経過した後、ピペット型液相沈降試験器の排出口（0 目盛り線）より上方の懸濁液を排出し、残った懸濁液に含まれる粒子を試料とする。

問 1 4 粉じん中の遊離けい酸の分析手順に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 X線の単色化のために用いられる K_{β} 除去フィルターとしては、対陰極物質より、原子番号が 1 大きい物質が用いられる。
- 2 X線回折分析装置による定性分析で、遊離けい酸が確認できなかった試料は、管電流及び管電圧を見直し、感度を上げて再度分析し、それでも遊離けい酸の存在が認められない場合は、遊離けい酸含有率は 0 %として取り扱う。
 - 3 X線回折分析装置による定性分析で、クリストバライトの含有が認められた場合、りん酸法による定量操作を選択してはならない。
 - 4 X線回折分析装置による定性分析により炭酸カルシウムの存在が確認された試料では、基底標準板として亜鉛を用いてはならない。
 - 5 分析試料中に石英以外の遊離けい酸が混入していないことが明らかであり、硫化物や金属類も含まれていない試料については、王水を添加しないりん酸法を行ってもよい。

問15 王水添加りん酸法による遊離けい酸分析に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 約200 mgの分析対象試料を精秤し、リン酸15 mLを加えて試料をよく分散させた後、王水5 mLを加えて加熱する。
- 2 加熱開始から6分経過後より1分ごとに振とうし、所定時間加熱した後、電熱器から降ろし、約40秒間振とうした後、放冷する。
- 3 放冷後、60～70℃の温湯50 mLを急速に加え、よく振とうし、その後、希フッ化水素酸10 mLを加え、振とうしてから1時間以上静置する。
- 4 静置後、グラスファイバーフィルターを用いて吸引ろ過し、温希塩酸(1+9)及び精製水でフィルターをそれぞれ数回洗浄する。
- 5 洗浄したフィルターを秤量済みの白金るつぼに入れ、灰化操作のため電気炉内に移した後、電気炉の電源を入れる。

問16 りん酸法により、石英含有率を求めるため、液相沈降法により10 μm以下に粒度調整した試料200.00 mgを熱りん酸で処理し、りん酸残渣として44.00 mgを得た。

このりん酸残渣を白金るつぼに移し、フッ化水素酸で処理したところ、フッ化水素酸残渣0.20 mgが得られた。石英含有率(%)の値に最も近いものは次のうちどれか。

- ただし、標準石英について求めたりん酸残渣率は96.0%であったものとする。
- 1 20.7
 - 2 21.0
 - 3 22.0
 - 4 22.4
 - 5 22.8

問17 X線回折分析装置を用いて粉じん試料中の遊離けい酸分析を行ったところ、回折図形上で尖鋭な回折ピークが得られなかった。その理由として最も可能性の高いものは次のうちどれか。

- 1 ゴニオメーターの光軸が正しい位置からわずかにずれていた。
 - 2 ゴニオメーターの走査速度が標準的な速度より遅かった。
 - 3 発散スリットの幅の設定が通常の場合より狭かった。
 - 4 散乱スリットの幅の設定が通常の場合より狭かった。
- 5 受光スリットの幅の設定が通常の場合より広がった。

問18 X線回折基底標準吸収補正法による、粉じん中の石英の定量方法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 基底標準吸収補正法は、試料による吸収の影響を補正して、遊離けい酸含有率の多少にかかわらず、標準試料で作った検量線をそのまま適用できるようにした方法である。
- 2 吸収補正を行うことにより、定量範囲はやや狭くなるが、夾雑物の吸収の影響を少なくして精度を向上させることができる。
- 3 金属基底標準板には、石英の測定回折線より高角度側でそれに近い回折線をもつ材質を選ぶ。
 - 4 検量線用標準試料は、フィルター上に $0.2 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ から $1.2 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ くらいまでの間で質量が7段階程度になるように標準石英を採取する。
 - 5 検量線は、縦軸に X線吸収補正係数で補正した石英の回折線強度をとり、横軸に石英量をとって作成する。

問19 X線回折基底標準吸収補正法により、以下のような手順で粉じん中の石英の定量操作を行ったところ、粉じん中の石英含有率として12.0%が得られた。

有効直径20mmのフィルターに、再発じん法により1.20mgの粉じんを捕集した。このフィルターの石英の主回折強度は280cpsであった。石英の回折強度は石英が $1\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ のとき7000cpsに相当する。

このフィルターの定量操作に用いたX線吸収補正係数として、最も近い値はどれか。

- 1 1.05
- 2 1.10
- 3 1.15
- 4 1.20
- 5 1.25

問20 石綿及びリフラクトリーセラミックファイバー(RCF)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 石綿は、天然に産する繊維状けい酸塩鉱物のうち、クリソタイル、クロシドライト、アモサイトなど6種類の鉱物である。
- 2 RCFは、アルミナ(Al_2O_3)とシリカ(SiO_2)を主成分とした非晶質の人造鉱物繊維である。
- 3 石綿の管理濃度は、空気 1 cm^3 中に長さ $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上の繊維として0.15本である。
- 4 RCFの管理濃度は、空気 1 cm^3 中に長さ $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上の繊維として0.3本である。
- 5 RCFの捕集には石綿の場合と同様にメンブランフィルターを用いるが、オープンフェース型ではなく、分粒装置付ホルダーを用いる。

(終り)