

作業環境測定士試験
(鉱物性粉じん)

受験番号

問 1 空気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 同じ大きさの球形粒子の空気力学相当径は、粒子の密度の平方根に比例する。
- 2 空気力学相当径が 10 μm の粒子は、肺の深部（肺胞）へはほとんど到達しない。
- 3 遠心力場における粒子の半径方向への移動速度は、回転半径の 2 乗に反比例する。
- 4 遠心力場における粒子の半径方向への移動速度は、角速度の 2 乗に比例する。
- 5 集じん装置のサイクロンは遠心力場における粒子の移動を利用している。

問 2 空気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 慣性衝突式の分粒装置で捕集される粒子の粒径は、ノズルを通過する気流の速度が速いほど小さい。
- 2 流体とともに運動している粒子のブラウン運動による拡散速度は、粒径 5 μm 以上では無視できる。
- 3 凝集によって粒子数濃度が 1/10 になる時間は、粒子数濃度が高いほど短い。
- 4 粒子の帯電量が同じであれば、粒子の電界中での移動速度は大きい粒子の方が速い。
- 5 高温の面と低温の面にはさまれた空間を通過する粒子は、低温側に向かう力を受ける。

問 3 空気中に浮遊している粒子が沈降する際、粒子は上向きの力を及ぼす抵抗力および浮力と、下向きの力を及ぼす重力とが釣り合った一定の速度で沈降するが、この速度を終末速度 (V_S) という。微小粒子の終末速度を表すストークスの式として、正しいものは次のうちどれか。

ただし、

ρ : 粒子の密度

ρ_0 : 空気の密度

g : 重力加速度

η : 空気の粘性係数

d_p : 粒子の直径

とする。

- 1 $V_S = \frac{(\rho - \rho_0) \cdot g}{18 \eta} \cdot d_p^2$
- 2 $V_S = \frac{(\rho - \rho_0) \cdot g}{9 \eta} \cdot d_p^2$
- 3 $V_S = \frac{(\rho_0 - \rho) \cdot g}{18 \eta} \cdot d_p$
- 4 $V_S = \frac{(\rho - \rho_0) \cdot g}{9 \eta} \cdot d_p$
- 5 $V_S = \frac{(\rho_0 - \rho) \cdot g}{18 \eta} \cdot d_p^2$

問 4 慣性衝突式分粒装置（インパクター）に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 インパクターには、円形ノズル式とスリット式とがある。
- 2 円形ノズル式インパクターで分粒される粒子の粒径は、ノズルの直径に比例する。
- 3 円形ノズル式インパクターでは、慣性パラメータの値を 0.192 とすると 50%分粒粒径が求められる。
- 4 吸入性粉じん濃度測定用インパクターは、50%分粒粒径を 4.0 μm として設計・製作されている。
- 5 インパクターで所定の流量より大きな流量で吸引すると測定値は低くなる。

問 5 環境空气中に浮遊する粉じん粒子のろ過捕集に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 粒径が $1 \mu\text{m}$ より大きな粒子では、慣性、重力、さえぎり効果が有効であり、粒径が大きいほど捕集率は上昇する。
- 2 粒径が $0.1 \mu\text{m}$ より小さな粒子では、主として拡散作用によってろ過材に捕集され、粒径が小さいほど捕集率は上昇する。
- 3 繊維層フィルターの粉じん捕集率は、粒径 $0.1 \mu\text{m}$ から $0.3 \mu\text{m}$ のあたりで最も低くなる。
- 4 メンブランフィルターは、繊維層フィルターと同程度の空間率を持つ、多孔質フィルターである。
- 5 粉じんを測定する場合には、 $0.3 \mu\text{m}$ のステアリン酸粒子に対する捕集率が 95%以上であれば、吸湿性の小さなろ過材を使用した方がよい。

問 6 粉じんのろ過捕集方法等に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 フッ素樹脂バインダーのガラス繊維ろ紙の吸湿性は、石英繊維ろ紙よりも小さい。
- 2 ローボリウムエアサンプラーを用いて空気を吸引する場合、ろ過材の圧力損失は、流速にほぼ比例する。
- 3 多段平行板式分粒装置の 50%分粒粒径は、流量の $1/2$ 乗に比例する。
- 4 メンブランフィルターは、フッ素樹脂バインダーのガラス繊維ろ紙よりも粉じんの堆積による急速な圧力損失の上昇が起こる。
- 5 ろ過材を構成する繊維が太いほど、空間率は小さくなり、粒子の捕集率は高くなる。

問 7 粉じんのろ過捕集で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 フロート型面積式流量計は、浮子とテーパー管との間隙の面積と、そこを流れる試料空気の体積流量が比例することを利用した流量計である。
- 2 フロート型面積式流量計は、実際に使用するフィルターおよびフィルターホルダーを用いて目盛りの較正を行うことで、正しい流量表示が得られる。
- 3 ローボリウムエアサンプラーに使用する流量計の較正は、ろ過捕集装置、流量較正装置、較正する流量計、ポンプの順に接続して行う。
- 4 ハイボリウムエアサンプラーに表示される流量の較正は、ルーツメーターによって較正されたオリフィス流量計を用いてもよい。
- 5 流量計の指示が脈動して読み取りが難しい場合は、流量計と吸引ポンプの間に空気だめを設けるとよい。

問 8 相対濃度計に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 数 μm の粒径の粒子による散乱光の強度は、全方向においてほぼ一定である。
- 2 粉じんの質量濃度が同じであっても、光散乱方式の相対濃度計の計数値は、粒径によって異なる。
- 3 光散乱方式の相対濃度計では、同一の粉じんでは、粒径が $0.5 \mu\text{m}$ 程度より大きい場合、粒径が大きいほど質量濃度変換係数は大きくなる。
- 4 粒子の粒径が一定であっても、粉じんの種類が異なると相対濃度の値は変化する。
- 5 光散乱方式の相対濃度計の計数値は、気温や相対湿度の影響をほとんど受けない。

問 9 ピエゾバランス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 圧電結晶板に粉じんが付着し、質量が増加すると増加分に応じて周波数が減少する性質を利用している。
- 2 センサー上に粒子状物質を捕集するため、直前にコロナ放電により粒子を荷電している。
- 3 センサー上に粒子状物質が均一に捕集された場合、堆積物約 180 μg に対する周波数変化量が 1 Hz に相当する。
- 4 センサー上に規定量以上の粒子状物質が捕集された場合、センサーを洗浄する必要がある。
- 5 センサー上に揮発性物質を吸着している粒子状物質が捕集された場合、時間の経過とともに測定値が減少する。

問 10 天秤に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 電子天秤には、試料を秤量皿に載せた際の荷重の変化量をストレーンゲージを用いて検出することにより秤量を行う形式のものがある。
- 2 温度が測定精度におよぼす影響は、直示天秤より電子天秤の方が大きい。
- 3 振動が測定精度におよぼす影響は、直示天秤より電子天秤の方が小さい。
- 4 ろ紙の秤量により粉じん量を求める場合は、秤量の測定誤差は2回分の和となる。
- 5 測定誤差を小さくするため、天秤の読み取り限度の2倍以上の粉じんをろ紙に捕集する必要がある。

問 11 粉じんの相対濃度計の質量濃度変換係数 (K 値) を求めるため、サンプリング時間を60分間として併行測定を行い、次の結果を得た。

捕集された粉じんの質量: 510 μg

相対濃度計の計数値: 1580 カウント

これらの値から求められた K 値の誤差として、正しい値に最も近いものは下のうちどれか。

ただし、

粉じんの捕集流量: 20 L/min

粉じん捕集前後のろ紙の秤量誤差:

それぞれ 5 μg

吸引空気量の測定誤差: 3.0%

計数値の誤差: 32 カウント

とする。

- 1 5.5%
- 2 6.0%
- 3 6.5%
- 4 7.0%
- 5 7.5%

問 12 X線回折分析用試料を作製する際の再発じん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 フィルター上の粉じん採取量は、1 cm^2 あたり約 1 mg を目安とする。
- 2 厚さが薄いフィルターの凸型変形は、粉じん中の遊離けい酸定量に影響を与えるので、粉じん採取用フィルターの他にもう1枚のフィルターを用いて2枚重ねにして変形を防止する。
- 3 フィルター上に最適採取量を得るために、フィルターホルダーと吸引ポンプの間に挿入した圧力計の指示値と粉じんの採取量の関係を求めておくとよい。
- 4 再発じん装置として市販のビニール袋を使用し、下から軽くたたきながら発じんさせる場合には、慣性衝突式分粒装置を使用するとよい。
- 5 再発じん装置では、再発じん開始直後から、吸引を開始し試料を作製する。

問13 粉じん中の遊離けい酸含有率を求めるための分析に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1 遊離けい酸分析用試料としては、浮遊粉じんまたは粒度調製した堆積粉じんが用いられる。
- 2 定性分析で石英の存在のみが認められた試料は、りん酸法を用いなければならない。
- 3 定性分析でトリジマイト、クリストバライトなど石英以外の存在が認められた試料は、X線回折分析法を用いなければならない。
- 4 定性分析で遊離けい酸のピークが確認できなかった試料は、さらに、感度を上げて行い、ピークの存在が認められない場合には、遊離けい酸含有率を0%として取り扱う。
- 5 りん酸法を用いた場合の定量下限値は、天秤感度や分析条件を考慮して1%とする。

問14 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、りん酸15 mL、王水5 mLを加えて加熱する。
- 2 加熱開始より6分後から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秒間振とうする。
- 3 加熱終了後、室温まで冷却し、冷水を加えてよく振とうし、シロップ状物質を溶解させ、1時間以上静置する。
- 4 静置した試料は、メンブランフィルターを用いて吸引ろ過し、温希塩酸で数回洗浄する。
- 5 最適加熱時間は、石英のりん酸残渣率が95%以上、かつ、微斜長石のりん酸残渣率が1%以下になる加熱時間である。

問15 X線回折法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 対陰極がCuのX線管球を用いて分析した場合、クリストバライトの主回折線($d: 4.04 \text{ \AA}$)は、 $2\theta: 22.0^\circ$ に出現する。
- 2 対陰極がCuの $K\alpha$ X線の波長は、対陰極がFeの $K\alpha$ X線の波長よりも短い。
- 3 対陰極がCuの場合のX線の単色化には、原子番号が1小さいNiが用いられる。
- 4 ゴニオメータの走査速度は、回折線のピーク位置や回折線強度に影響をおよぼす。
- 5 特性X線の強度は、印加電圧の値にかかわらず、印加電圧と管電流の積に比例する。

問16 X線回折分析で得られた回折図形に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 ゴニオメータの光軸が正しい位置からずれると、回折線のピークの位置もずれる。
- 2 受光スリットの幅を狭くすると、回折強度は増し、回折図形の幅は広がる。
- 3 結晶度の低いクリストバライトでは、回折図形の幅は広がる。
- 4 石英の主回折線($d: 3.34 \text{ \AA}$)を妨害する物質には、雲母、正長石、グラファイト等がある。
- 5 玉ずいは遊離けい酸であるが、非晶質シリカを含むため、回折線がかなりブロードになる。

問17 X線回折基底標準吸収補正法によって、粉じん中の石英を定量するための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 金属基底標準板は、石英の主回折線より高角度側に回折線のある亜鉛又はアルミニウムを用いる。
- 2 X線吸収補正係数は、計測された金属の回折線の強度と石英の回折線の強度との比から求める。
- 3 検量線用標準フィルター試料は、ろ過材上の標準石英粒子の質量が 0.2 mg/cm^2 から 1.2 mg/cm^2 ぐらいまでの間で7段階程度になるように作製する。
- 4 検量線は、縦軸にX線吸収補正係数を乗じた石英の回折線強度をとり、横軸に石英量を取って作成する。
- 5 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の場合、亜鉛板ではなくアルミニウム板を基底標準板として使用する。

問18 粉じんを多段平行板式分粒装置を通して有効ろ過直径 40 mm のろ紙に採取したところ、採じん量は 0.15 mg/cm^2 であった。このろ紙を直径 20 mm の円形に打ち抜き、X線回折法で分析した結果、この試料片に石英 0.08 mg、グラファイト 0.13 mg、トリジマイト 0.03 mg、ムライト 0.05 mg が含まれていた。

この粉じん中の遊離けい酸含有率として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

- 1 23%
- 2 27%
- 3 31%
- 4 35%
- 5 39%

問19 石綿粉じんの試料の採取および測定に用いるセルローズエステルメンブラン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 石綿粉じんの測定に用いるフィルターは、直径 25 mm あるいは 47 mm のものである。
- 2 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測定した値である。
- 3 捕集率は、粒径 $0.3 \mu\text{m}$ の粒子に対して 99% 以上である。
- 4 フィルターの透明化には、アセトンが用いられる。
- 5 屈折率は、クリソタイルとほぼ等しい 2.0 である。

問20 次の条件で、石綿粉じんをセルローズエステルメンブランフィルター上に捕集して位相差顕微鏡を用いて計数を行ったところ 2.4 繊維/cm^3 という結果が得られた。この試料において、1視野に認められた繊維数の平均値に最も近いものは下のうちどれか。

ただし、ブランクの値を 0 繊維とする。

捕集面の直径： 22 mm

捕集流量： 1 L/min

捕集時間： 20分間

計測視野： 直径 $300 \mu\text{m}$ の円形

- 1 2.5繊維
- 2 4.8繊維
- 3 6.6繊維
- 4 8.9繊維
- 5 10.1繊維