

Centrifugation

1. Vitesse angulaire (ω)

Quand la centrifugeuse atteint la vitesse de centrifugation désirée, l'échantillon est soumis à un mouvement circulaire uniforme. La **vitesse de rotation** ou **vitesse angulaire** (ω) exprimé en **rad.sec⁻¹**; **rpm** est la fréquence de rotation en tour par min) est :

$$\omega = 2\pi \text{ rpm} / 60 \text{ rad sec}^{-1}$$

2. Accélération (champ) centrifuge

Le champ centrifuge, généré par le mouvement circulaire uniforme, est dirigé radialement vers l'extérieure et dépend de la vitesse angulaire (ω) et de distance (**r en cm**) de l'axe de rotation, selon l'équation:

$$f = \omega^2 r \text{ ou } f = (2\pi \text{ rpm}/60)^2 r$$

3. Force centrifuge

La **force centrifuge** (F_c) qui agit sur l'échantillon dépend de sa masse (m), de la vitesse angulaire (ω) et de distance (r) de l'axe de rotation, selon l'équation:

$$F_c = m.f = m(2\pi \text{ rpm}/60)^2 r$$

$$F_c = m\omega^2 r$$

4. Champ Centrifuge Relative (RCF)

RCF est le **rapport** entre la **force centrifuge appliquée** par la centrifugeuse sur la particule et la **force de gravité** ($F_g = m.g$ où $g = 981\text{cm.sec}^{-2}$)

$$\text{RCF} = F_c / F.g = m\omega^2 r / m.g = \omega^2 r / g$$

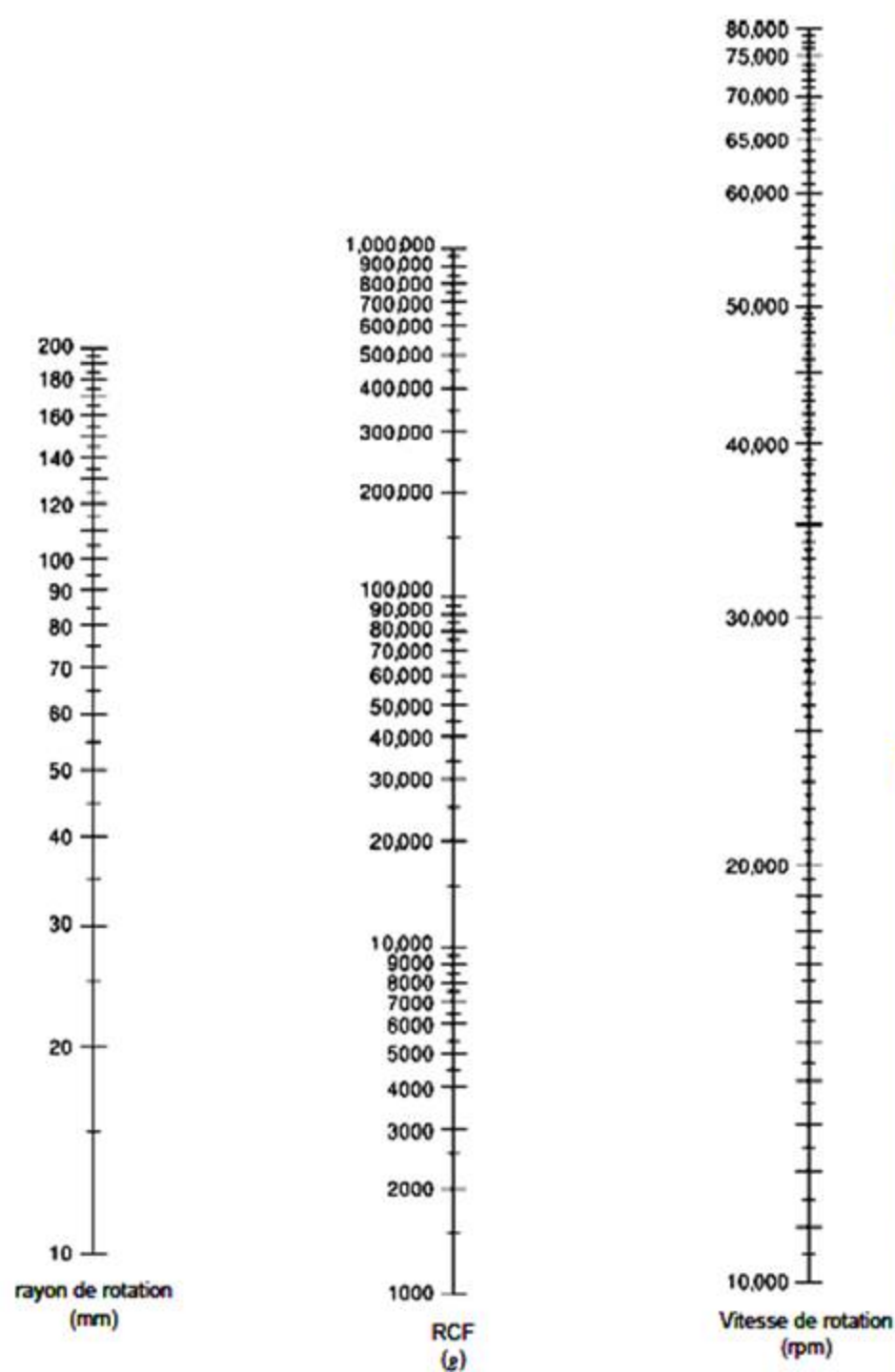
- Le Champ Centrifuge Relatif est exprimé en nombre de g

Si l'on exprime la vitesse angulaire en tours par minute (**rpm**) et on substitue à ***g*** sa valeur (**981cm.sec⁻²**), on obtient:

$$\text{RCF} = (2\pi \text{ rpm}/60)^2 \cdot r/981 = 1.118 \cdot 10^{-5} \text{ rpm}^2 \cdot r$$

5. Nomogramme

- **Exemple 1:** rayon de rotation
9 cm; vitesse de rotation
12000 rpm. **RCF = ?**
- **Exemple 2:** RCF = 15000 g;
rayon de rotation = 6 cm.
Vitesse de rotation = ?



6. Force de sédimentation (F_s)

La force de sédimentation F_s qui s'exerce sur une particule est égale à la force de centrifugation moins la force de flottaison exercée par la solution:

$$\blacksquare F_s = F_c - P_A$$

$$\blacksquare F_s = m_p \omega^2 r - V_p \rho_{sol} \omega^2 r$$

$$\blacksquare F_s = V_p \rho_p \omega^2 r - V_p \rho_{sol} \omega^2 r$$

$$\blacksquare F_s = V_p (\rho_p - \rho_{sol}) \omega^2 r$$

$$\blacksquare F_s = \frac{4}{3} \pi a^3 (\rho_p - \rho_{sol}) \omega^2 r$$

$$m_p = V_p \rho_p$$

$$V_p = \frac{4}{3} \pi a^3$$

Cependant le déplacement d'une particule dans une solution est contrecarré par la force de friction F_0 :

$$F_0 = v \, 6\pi\eta a$$

- v = vitesse de sédimentation
- $6\pi\eta a$ = coefficient de friction
- η = viscosité de la solution

7. Vitesse de sédimentation

Quand la **force de sédimentation** et la **force de friction** s'équilibrent le **mouvement est rectiligne uniforme** et on obtient:

$$F_0 = F_s$$

The diagram shows the equation for sedimentation velocity v enclosed in a red box. Labels with arrows point to various parts of the equation:

- Vitesse de sédimentation de la particule** points to v .
- Constante pour une sphère** points to the fraction $\frac{2}{9}$.
- Rayon de la particule** points to a^2 .
- Densité de la particule** points to ρ_p .
- Densité de la solution** points to ρ_{sol} .
- Viscosité de la solution** points to η .
- Champ centrifuge** points to $\omega^2 r$.

$$v = \frac{2}{9} \frac{a^2 \cdot (\rho_p - \rho_{sol})}{\eta} \cdot \omega^2 r$$

$$\bullet \quad v \cdot 6\pi\eta a = \frac{4}{3}\pi a^3 (\rho_p - \rho_{sol}) \omega^2 r$$

$$\bullet \quad v = \frac{4}{3}\pi a^3 (\rho_p - \rho_{sol}) \omega^2 r / 6\pi\eta a$$

Diagram illustrating the equation for the sedimentation velocity (v) of a particle in a centrifugal field, with labels for each variable:

- Vitesse de sédimentation de la particule** (Sedimentation velocity of the particle) points to v .
- Rayon de la particule** (Particle radius) points to a .
- Densité de la particule** (Particle density) points to ρ_p .
- Densité de la solution** (Solution density) points to ρ_{sol} .
- Viscosité de la solution** (Solution viscosity) points to η .
- Champ centrifuge** (Centrifugal field) points to $\omega^2 r$.
- Constante pour une sphère** (Constant for a sphere) points to the fraction $\frac{2}{9}$.

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{a^2 \cdot (\rho_p - \rho_{sol})}{\eta} \cdot \omega^2 r$$

8. Coefficient de sédimentation

La vitesse de sédimentation est la vitesse à laquelle sédimente une particule dépend de la loi de Stokes.

Une formulation plus pratique de l'équation de la vitesse de sédimentation est celle qui utilise le coefficient de sédimentation:

Vitesse de sédimentation
de la particule

v

$$= \frac{2}{9} \frac{a^2 \cdot (\rho_p - \rho_{sol})}{\eta}$$

Coefficient de sédimentation
de la particule

$\omega^2 r$

S

