Calibre ?mm - seconde ? - balancier annulaire / bimétallique / à vis

Oscillateur

Fréquence, période, amplitude stationnaire

$f := \blacksquare \cdot h^{-1}$ $f = \blacksquare\, Hz$ $T_0 := \frac{1}{f}$ $T_0 = \blacksquare$ $\omega_0 := 2\cdot\pi\cdot f$ $\theta_0 := 270\cdot deg$ (choix)

Balancier annulaire

Angle de levée $\lambda_b := \blacksquare \cdot deg$

serge $D_{s\_int} := \blacksquare \cdot mm$ $D_{s\_ext} := \blacksquare \cdot mm$ $h_s := \blacksquare \cdot mm$

$\rho_b := \blacksquare \cdot kg\cdot m^{-3}$ $M_b := \blacksquare \cdot mg$ **(valeur mesurée)**

$M_{serge} := \frac{\pi\cdot\rho_b}{4}\cdot\left(D_{s\_ext}^2 - D_{s\_int}^2\right)\cdot h_s$ $M_{serge} = \blacksquare\, mg$

$J_{serge} := \frac{1}{8}\cdot M_{serge}\cdot\left(D_{s\_ext}^2 + D_{s\_int}^2\right)$ $J_{serge} = \blacksquare\, mg\cdot cm^2$

$J_b := 1.1\cdot J_{serge}$ $J_b = \blacksquare\, mg\cdot cm^2$

Autre approche en partant de M_b $M_{serge} := \frac{M_b}{1.2}$ $M_{serge} = \blacksquare\, mg$

$J_{serge} := \frac{1}{8}\cdot M_{serge}\cdot\left(D_{s\_ext}^2 + D_{s\_int}^2\right)$ $J_{serge} = \blacksquare\, mg\cdot cm^2$

$J_b := J_{serge}$ $J_b = \blacksquare\, mg\cdot cm^2$ **Valeur NIHS** $J_b := \blacksquare \cdot mg\cdot cm^2$

Pivotage $D_{pivot\_b} := \blacksquare \cdot mm$ $D_{appui} := \blacksquare \cdot mm$ (voir relevé de calibre)

Pare-choc $D_{trou\_pierre\_bal} := \blacksquare \cdot mm$ $L_{palier\_sup\_b} := \blacksquare \cdot mm$ $L_{palier\_inf\_b} := \blacksquare \cdot mm$

Paramètres de frottements

Mesures des courbes d'amortissement en positions HH, HB, 4 positions V

Equilibrage du balancier

Mesures d'amplitudes et de marche aux positions HH, HB, 4 positions V

Spiral

$C := \omega_0^2\cdot J_b$ $e_{sp} := \blacksquare \cdot mm$

$e_{sp} := \blacksquare \cdot mm$ $h_{sp} := \blacksquare \cdot mm$ $d_{piton} := \blacksquare \cdot mm$ $d2_{sp} := \blacksquare \cdot mm$ $d1_{sp} := \blacksquare \cdot mm$

$p_{sp} := \blacksquare \cdot mm$ $n_{sp} := \frac{d2_{sp} - d1_{sp}}{2\cdot p_{sp}}$ $n_{sp} = \blacksquare$

$L_{sp} := \pi\cdot\frac{n_{sp}}{2}\cdot\left(d2_{sp} + d1_{sp}\right)$ $L_{sp} = \blacksquare\, cm$

Numéro du spiral $K := C\cdot\left(d2_{sp}^2 - d1_{sp}^2\right)$ $N := \blacksquare$

Goupilles de raquette

position: $R_{goupille} := \blacksquare \cdot mm$ diamètre: $d_{goupille} := \blacksquare \cdot mm$

Assortiment

Relevés détaillés de la roue d'échappement, de l'ancre, du plateau et sa cheville, du balancier, en plan et en coupe

Distance des centres balancier - ancre $b := \blacksquare \cdot mm$

Distance des centres ancre - roue d'échappement $a := \blacksquare \cdot mm$

Diamètre de la cheville $d_{cheville} := \blacksquare \cdot mm$

Distance axe de balancier - centre de courbure de la cheville $\rho_3 := \blacksquare \cdot mm$

Ancre

Moment d'inertie de l'ancre complet $J_a := \blacksquare$ $J_a = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Angle de repos $\varepsilon := \blacksquare \cdot deg$

Angles d'impulsion partagée
- entrée
  - palette $\Delta\psi_{ep} := \blacksquare \cdot deg$
  - roue $\Delta\psi_{ed} := \blacksquare \cdot deg$ $\Delta\psi_{ie} := \Delta\psi_{ep} + \Delta\psi_{ed}$ $\Delta\psi_{ie} = \blacksquare\, deg$
- sortie
  - palette $\Delta\psi_{sp} := \blacksquare \cdot deg$
  - roue $\Delta\psi_{sd} := \blacksquare \cdot deg$ $\Delta\psi_{is} := \Delta\psi_{sp} + \Delta\psi_{sd}$ $\Delta\psi_{is} = \blacksquare\, deg$

Angles de tirage
- entrée $\beta_{te} := \blacksquare \cdot deg$ $\beta_e := \beta_{te} - \varepsilon$ $\beta_e = \blacksquare\, deg$
- sortie $\beta_{ts} := \blacksquare \cdot deg$ $\beta_s := \beta_{ts} + \varepsilon$ $\beta_s = \blacksquare\, deg$

Chemin perdu $\Delta\psi_{cp} := \blacksquare \cdot deg$

Angle de levée de l'ancre $\lambda_a := \varepsilon + \Delta\psi_{ie} + \Delta\psi_{cp}$ $\lambda_a = \blacksquare\, deg$

Distance axe de l'ancre - centre de courbure de la cheville en position de repos

$$\rho_2 := \sin\left(\frac{\lambda_b}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\lambda_a}{2}\right)^{-1} \cdot \rho_3 \qquad \rho_2 = \blacksquare\, mm \qquad \rho_2 \cdot \cos\left(\frac{\lambda_a}{2}\right) + \rho_3 \cdot \cos\left(\frac{\lambda_b}{2}\right) = \blacksquare\, mm$$

Tige d'ancre $d_{pivots\_a} := \blacksquare$ $l_{pivots\_a} := \blacksquare$ $jeu_{pivots\_a} := \blacksquare$

Mesures des coefficients de frottement sur l'ancre

Roue d'échappement

Moment d'inertie de la roue complète $J_r := \blacksquare$ $J_r = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Masse de la roue complète $M_{re} := \blacksquare$

$z_e := \blacksquare$ $\alpha_0 := \blacksquare$ $\alpha'_0 := \blacksquare$ $R_d := \blacksquare \cdot mm$ $R_d = \blacksquare\, mm$

Angles d'impulsion partagée palette $\Delta\alpha_p := \blacksquare \cdot deg$ dent $\Delta\alpha_d := \blacksquare \cdot deg$

Chute $\Delta\alpha_{ch} := \blacksquare \cdot deg$ $\alpha_{recul} := \blacksquare \cdot deg$

$R_{re\_ext} = \blacksquare\, mm$ $R_{fond\_dent} := \blacksquare \cdot mm$ $R_{re\_m} := \dfrac{R_{re\_ext} + R_{fond\_dent}}{2}$ mesuré: $R_{re\_ext} := \blacksquare \cdot mm$

$R_{re\_m} = \blacksquare\, mm$ $R_{re\_int} := \blacksquare \cdot mm$ $épaisseur_{re} := \blacksquare \cdot mm$

Angle parcouru par la roue $\Delta\alpha_p + \Delta\alpha_d + \Delta\alpha_{ch} = \blacksquare\, deg$ vérification $\dfrac{360 \cdot deg}{2 \cdot z_e} = \blacksquare\, deg$

Pignon d'échappement $z_6 := \blacksquare$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $D_{pe\_p} := z_6 \cdot mod$ $D_{pe\_p} = \blacksquare\, mm$ $h_{pe} := \blacksquare \cdot mm$

$$M_{pe} := \frac{\pi \cdot \rho_a}{4} \cdot D_{pe\_p}^{\,2} \cdot h_{pe} \qquad M_{pe} = \blacksquare\, mg \qquad J_{pe} := \frac{1}{8} \cdot M_{pe} \cdot D_{pe\_p}^{\,2} \qquad J_{pe} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$$

Mesures des coefficients de frottement du rouage : accélération de la roue d'échappement

Mesures des coefficients de restitutions de chocs roue - ancre et cheville - fourchette

Rouage

Roue de seconde

$z_5 := \blacksquare$ $\quad$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{rs\_p} := z_5 \cdot mod$ $\quad$ $D_{rs\_p} = \blacksquare\, mm$

$\rho_l := \blacksquare \cdot kg \cdot m^{-3}$ $\quad$ $ép_{rs} := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{rs\_int} := \blacksquare \cdot mm$

$M_{rs} := \frac{\pi \cdot \rho_l}{4} \cdot \left(D_{rs\_p}{}^2 - D_{rs\_int}{}^2\right) \cdot ép_{rs}$ $\quad$ $M_{rs} = \blacksquare\, mg$ $\quad$ $J_{rs} := \frac{1}{8} \cdot M_{rs} \cdot \left(D_{rs\_p}{}^2 + D_{rs\_int}{}^2\right)$ $\quad$ $J_{rs} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Pignon de seconde

$z_4 := \blacksquare$ $\quad$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{ps\_p} := z_4 \cdot mod$ $\quad$ $D_{ps\_p} = \blacksquare\, mm$

$h_{ps} := \blacksquare \cdot mm$

$M_{ps} := \frac{\pi \cdot \rho_a}{4} \cdot D_{ps\_p}{}^2 \cdot h_{ps}$ $\quad$ $M_{ps} = \blacksquare\, mg$ $\quad$ $J_{ps} := \frac{1}{8} \cdot M_{ps} \cdot D_{ps\_p}{}^2$ $\quad$ $J_{ps} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Moment d'inertie sur l'axe de la roue de seconde: $\quad$ $J_3 := \left(J_{rs} + J_{ps}\right) \cdot 1.1$ $\quad$ $J_3 = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Roue de moyenne

$z_3 := \blacksquare$ $\quad$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{rm\_p} := z_3 \cdot mod$ $\quad$ $D_{rm\_p} = \blacksquare\, mm$

$ép_{rm} := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{rm\_int} := \blacksquare \cdot mm$

$M_{rm} := \frac{\pi \cdot \rho_l}{4} \cdot \left(D_{rm\_p}{}^2 - D_{rm\_int}{}^2\right) \cdot ép_{rm}$ $\quad$ $M_{rm} = \blacksquare\, mg$ $\quad$ $J_{rm} := \frac{M_{rm}}{8} \cdot \left(D_{rm\_p}{}^2 + D_{rm\_int}{}^2\right)$ $\quad$ $J_{rm} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Pignon de moyenne

$z_2 := \blacksquare$ $\quad$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{pm\_p} := z_2 \cdot mod$ $\quad$ $D_{pm\_p} = \blacksquare\, mm$

$h_{pm} := \blacksquare \cdot mm$

$M_{pm} := \frac{\pi \cdot \rho_a}{4} \cdot D_{pm\_p}{}^2 \cdot h_{pm}$ $\quad$ $M_{pm} = \blacksquare\, mg$ $\quad$ $J_{pm} := \frac{1}{8} \cdot M_{pm} \cdot D_{pm\_p}{}^2$ $\quad$ $J_{pm} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Moment d'inertie sur l'axe de la roue de moyenne: $\quad$ $J_2 := \left(J_{rm} + J_{pm}\right) \cdot 1.1$ $\quad$ $J_2 = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Roue de centre

$z_1 := \blacksquare$ $\quad$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{rc\_p} := z_1 \cdot mod$ $\quad$ $D_{rc\_p} = \blacksquare\, mm$

$ép_{rc} := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{rc\_int} := \blacksquare \cdot mm$

$M_{rc} := \frac{\pi \cdot \rho_l}{4} \cdot \left(D_{rc\_p}{}^2 - D_{rc\_int}{}^2\right) \cdot ép_{rc}$ $\quad$ $M_{rc} = \blacksquare\, mg$ $\quad$ $J_{rc} := \frac{1}{8} \cdot M_{rc} \cdot \left(D_{rc\_p}{}^2 + D_{rc\_int}{}^2\right)$ $\quad$ $J_{rc} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Pignon de centre

$z_0 := \blacksquare$ $\quad$ $mod := \blacksquare \cdot mm$ $\quad$ $D_{pc\_p} := z_0 \cdot mod$ $\quad$ $D_{pc\_p} = \blacksquare\, mm$

$h_{pc} := \blacksquare \cdot mm$

$M_{pc} := \frac{\pi \cdot \rho_a}{4} \cdot D_{pc\_p}{}^2 \cdot h_{pc}$ $\quad$ $M_{pc} = \blacksquare\, mg$ $\quad$ $J_{pc} := \frac{1}{8} \cdot M_{pc} \cdot D_{pc\_p}{}^2$ $\quad$ $J_{pc} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Moment d'inertie sur l'axe de la roue de moyenne: $\quad$ $J_1 := \left(J_{rc} + J_{pc}\right) \cdot 1.1$ $\quad$ $J_1 = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Rapports d'engrenages

$\rho_1 := \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6}$ $\quad$ $\rho_1 = \blacksquare$ $\quad$ $\rho_2 := \frac{z_3 \cdot z_5}{z_4 \cdot z_6}$ $\quad$ $\rho_2 = \blacksquare$ $\quad$ $\rho_3 := \frac{z_5}{z_6}$ $\quad$ $\rho_3 = \blacksquare$

Inertie du rouage

$J_r = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$ $\quad$ $J_{rouage} := J_r + \sum_{i=1}^{3} \left[J_i \cdot \left(\rho_i\right)^{-2}\right]$ $\quad$ $J_{rouage} = \blacksquare\, mg \cdot cm^2$

Organe moteur

Barillet

$z_b := ■$ $\qquad mod := ■\cdot mm$ $\qquad D_{bar\_p} := z_b\cdot mod$ $\qquad D_{bar\_p} = ■\ mm$

$D_{t\_ext} := ■\cdot mm$ $\qquad D_{t\_int} := ■\cdot mm$ $\qquad h_{t\_int} := ■\cdot mm$

$D_{bonde} := ■\cdot mm$ $\qquad r_{bonde} := ■\cdot D_{bonde}$

Ressort

$e_{rb} := ■\cdot mm$ $\qquad h_r := ■\cdot mm$ $\qquad L_{rb} := ■\cdot mm$ $\qquad \sigma_{max} := ■\cdot N\cdot mm^{-2}$

$$N_b := \frac{1}{e_{rb}}\cdot\left[\sqrt{r_{bonde}^{\,2} + \frac{L_{rb}\cdot e_{rb}}{\pi}} + \sqrt{\left(\frac{D_{t\_int}}{2}\right)^2 - \frac{L_{rb}\cdot e_{rb}}{\pi}} - \frac{D_{t\_int}}{2} - r_{bonde}\right] \qquad N_b = ■$$

$$C_B := \frac{e_{rb}^{\,2}\cdot h_r\cdot \sigma_{max}}{6} \qquad C_B = ■\ N\cdot mm$$

Valeurs mesurées:

$M_{025} := ■\cdot kgf\cdot mm$ $\qquad M_{025} = ■\ N\cdot mm$

$M_{max} := ■\cdot kgf\cdot mm$ $\qquad M_{max} = ■\ N\cdot mm$

Vitesse de rotation du barillet

$$\rho_0 := \frac{z_b\cdot z_1\cdot z_3\cdot z_5}{z_0\cdot z_2\cdot z_4\cdot z_6} \qquad \rho_0 = ■$$

$$\omega_b := 2\cdot\pi\cdot\frac{f}{z_e\cdot\rho_0} \qquad \omega_b = ■$$