

Partie B – Température des éléments de la triode ECC83 et émission thermoïonique

I – Température du filament

Le filament qui chauffe la cathode, pour permettre une émission thermoïonique suffisante, est un fil de tungstène cylindrique homogène de longueur totale $L = 4,0$ cm et de rayon $r_f = 0,20$ mm, alimenté par une tension continue U_f . Cette tension d'alimentation du filament est en pratique de 3 V, 6 V ou 12 V selon les tubes, pour compenser le fait que la conductivité du tungstène, comme tous les métaux, diminue significativement avec la température ; cet effet est ignoré dans le cadre de ce sujet pour simplifier et on adopte pour la suite la valeur $U_f = 1,5$ V.

La conductivité électrique du tungstène est notée γ , sa masse volumique μ_W , sa capacité thermique massique c et sa conductivité thermique λ .

Q19. Donner l'expression et calculer la résistance électrique R_f du filament. En déduire la valeur de la puissance électrique $P_{\text{él}}$ reçue par le filament.

Q20. Indiquer quels sont les différents modes de transfert thermique possibles. Préciser, avec justification, celui qui est mis en jeu lors du chauffage de la cathode par le filament.

On suppose que la loi de Stefan (ou de Stefan-Boltzmann) pour un corps noir s'applique à l'ensemble des éléments de la triode (filament, cathode et anode). La relation associée est $\phi = \sigma T^4$ avec T la température de surface du corps et σ la constante de Stefan.

Q21. Rappeler quelle est la signification de la grandeur ϕ .

Q22. À l'aide d'un bilan énergétique entre t et $t + dt$, établir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la température du filament $T(t)$ (supposée uniforme). On pourra négliger le flux thermique reçu par le filament de la part du milieu extérieur.

Q23. En déduire l'expression et la valeur numérique de la température d'équilibre $T_{\text{éq}}$ du filament en régime stationnaire.

Q24. Évaluer l'ordre de grandeur du temps nécessaire pour que le filament atteigne la température $T_{\text{éq}}$ qui permet une émission thermoïonique stabilisée (les grandeurs μ_W , γ , λ et c pourront être supposées indépendantes de la température pour l'évaluation de cet ordre de grandeur). Commenter dans le cadre d'un amplificateur audio à tubes (figure 1b).

Q25. Déterminer la couleur du filament lorsqu'il est chaud.