

## PHYSIQUE

**Examen de maturité**

**Durée conseillée : 1 heure et 20 minutes**

**Cours : 3OSPM**

**Matériel autorisé :**

- Calculatrice (sans couvercle), parmi les modèles suivants: TI 30 ECO RS, TI 30 XII S, TI 30 XII B, Casio Fx 82 solaire
- Formulaire officiel de mathématiques (mis à disposition)
- Formulaire officiel de physique (mis à disposition)

### Recommandations:

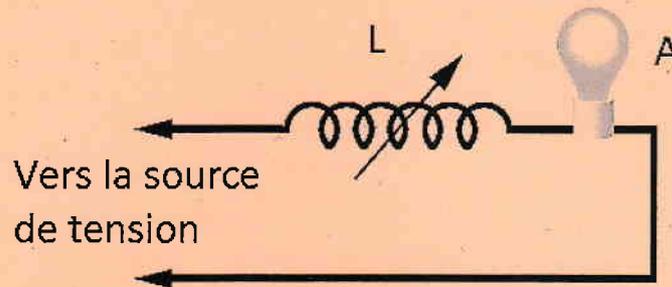
- Lisez soigneusement les énoncés et vérifiez que vous répondez bien à toutes les questions posées.
- Commencez toujours la rédaction d'un problème sur une nouvelle page et numérotez toutes vos pages. Soignez la présentation !
- Ne présentez qu'une résolution par question, en biffant clairement vos essais infructueux.
- Rendez votre démarche compréhensible en indiquant clairement les étapes de vos raisonnements et calculs, de manière détaillée et complète.
- Ecrivez explicitement les définitions, les lois et les principes utilisés (titre et énoncé mathématique général).

### Remarque

- Les problèmes de physique comptent pour un tiers de la note de l'examen écrit de l'OSPM.

**(17 pts) Problème 1**

Un variateur de lumière typique utilisé pour l'éclairage public consiste en une bobine d'inductance variable  $L$  (qui peut être ajustée par l'utilisateur entre zéro et  $L_{\max}$ ), connectée en série à une ampoule à incandescence  $A$ , considérée comme une résistance pure de valeur  $R$ , comme illustré sur la figure ci-dessous. La source électrique fournit une tension efficace  $U_{\text{eff}}$  de 220 V à la fréquence  $f = 50.0$  Hz. L'ampoule porte l'indication 220 V / 1000 W.



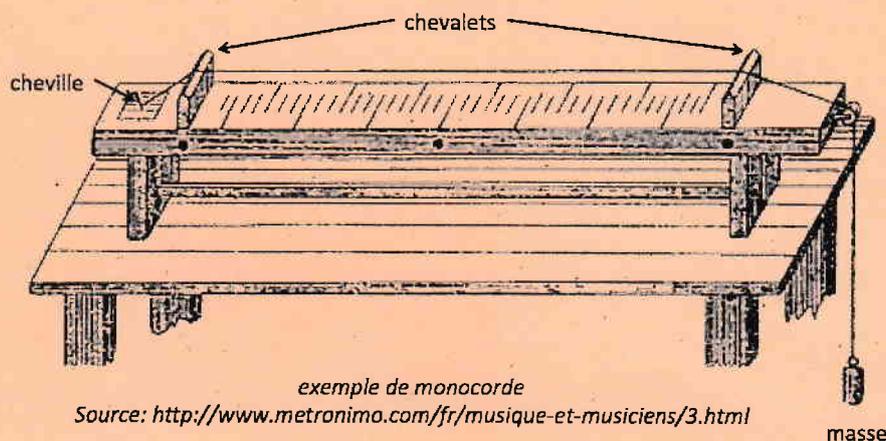
- Représentez le diagramme de Fresnel de ce circuit de manière qualitative, en indiquant clairement les grandeurs physiques représentées; sur la base de ce diagramme, déterminez l'expression littérale du déphasage  $\varphi$  en fonction de  $R$  et de l'impédance  $Z$  du circuit.
- Quelle valeur  $L_{\max}$  faut-il choisir pour que la puissance de l'ampoule puisse varier de  $P_{\min} = 200$  W à  $P_{\max} = 1000$  W ? (Déterminez tout d'abord l'expression littérale de  $L_{\max}$  en fonction de  $P_{\min}$ ,  $P_{\max}$ ,  $U_{\text{eff}}$  et  $f$ , puis calculez sa valeur numérique en utilisant les données à disposition.)

La question c est indépendante des questions a et b.

- On utilise, en lieu et place de la bobine, une résistance  $R'$ . Exprimez la puissance  $P$  dissipée dans l'ampoule (réponse littérale, à exprimer en fonction de  $U_{\text{eff}}$ ,  $R$  et  $R'$ ).

## (24 pts) Problème 2

Un *monocorde* est un instrument permettant l'étude des mouvements vibratoires des cordes et dont on attribue l'invention à Pythagore. Il consiste en une longue caisse rectangulaire étroite, sur laquelle est tendue une corde au moyen d'une cheville fixe et d'une masse que l'on peut faire varier, comme représenté sur la figure ci-dessous. La corde passe sur deux chevalets, qui définissent la longueur sur laquelle elle peut vibrer.



Comme illustré sur la figure de la page suivante, on considère un monocorde de masse  $m_1$  en mouvement le long d'un plan qui est incliné d'un angle  $\theta$  par rapport à l'horizontale. Le monocorde est relié à une masse  $m_2$  via une poulie de masse  $m_3$  et de rayon  $r$ , assimilable à un cylindre creux, par l'intermédiaire d'une corde en nylon, semblable à celle des guitares classiques, corde qui a elle-même une masse  $m$  (négligeable par rapport à  $m_1$ ,  $m_2$  et  $m_3$ ) et une longueur totale  $\ell$ . La distance entre les deux chevalets du monocorde est  $d$ . On suppose que tous les frottements sont négligeables.

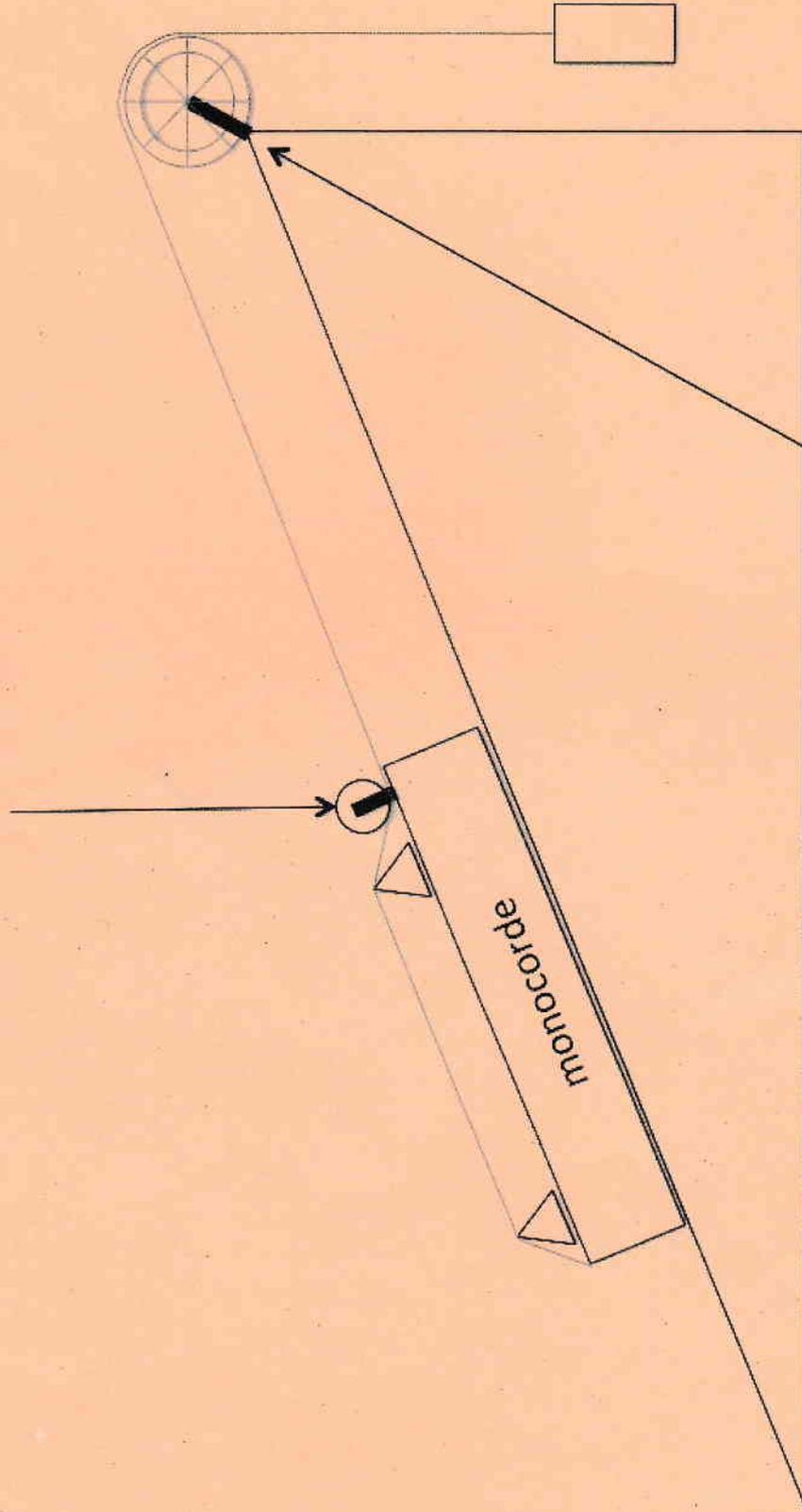
### A.

- Représentez sur le schéma de la page suivante toutes les forces s'exerçant sur chacun des trois systèmes suivants: la masse  $m_1$ , la masse  $m_2$  et la masse  $m_3$ . (On veillera à faire apparaître de manière claire le sens, la direction, le point d'application et le nom de chaque force; les intensités des forces, par contre, peuvent être représentées de manière arbitraire.)
- Montrez, sur la base d'un calcul complet et structuré, que l'intensité  $a$  de l'accélération du monocorde peut être exprimée de la manière suivante :

$$a = \frac{m_2 - m_1 \sin \theta}{(m_1 + m_2 + m_3)} g$$

- On introduit un dispositif qui permet de frapper la corde du monocorde sans perturber son mouvement. Déterminez la ou les fréquences  $\nu_n$  des sons émis par le monocorde. (réponse littérale, à exprimer en fonction des grandeurs définies dans la donnée)

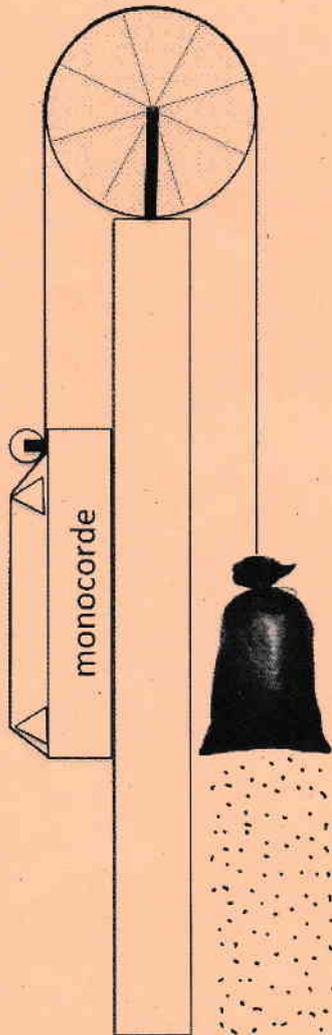
petite poulie de masse négligeable,  
ayant pour fonction de maintenir la  
corde en contact avec les chevalets



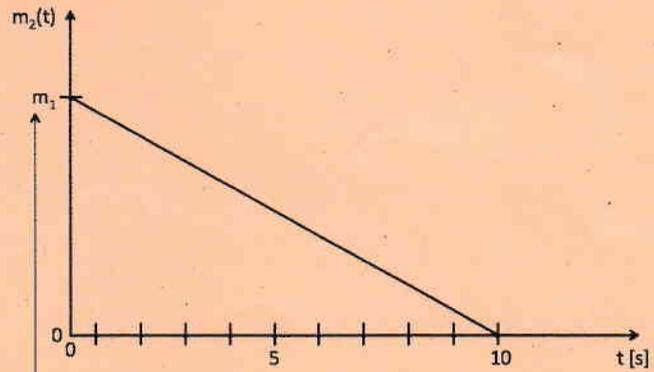
support relié au plan incliné et permettant  
de soutenir l'axe de la poulie

B. Tout en gardant le même dispositif qu'en A., on redresse le plan jusqu'à ce qu'il soit vertical et on remplace la poulie de masse  $m_3$  par une poulie de masse négligeable. Enfin, on suppose que la masse  $m_2$  est constituée d'un sac de sable qui se vide au cours de l'expérience et que la variation de cette masse suit celle indiquée sur le graphique ci-dessous.

- i. Ecrivez l'expression mathématique  $m_2(t)$ , qui exprime l'évolution de la masse  $m_2$  au cours des dix premières secondes du mouvement. On supposera que, dans cette expression,  $t$  est exprimé en secondes.
- ii. Déterminez l'intensité de l'accélération  $a(t)$  du monocorde. (réponse littérale, à exprimer en fonction de  $g$  et de  $t$ ; il est conseillé de reprendre l'expression proposée au point A.ii pour exprimer l'intensité de l'accélération  $a$  et de l'adapter aux hypothèses de l'expérience B.)
- iii. Calculez les valeurs de  $a(t)$  en  $t = 0$  [s] et en  $t = 10$  [s] et expliquez "physiquement" ces deux résultats.



Graphique de l'évolution de la masse  $m_2$  pendant les dix premières secondes du mouvement.



rappel:  $m_1$  est la masse du monocorde.