

PHYSQ 124 LEC A01 : Particules et ondes
Examen final
Automne 2007

Nom _____

Numéro d'étudiant _____

Professeur Marc de Montigny
Horaire Lundi, 10 décembre 2007, de 9 h à midi
Lieu Gymnase du Campus Saint-Jean

Instructions

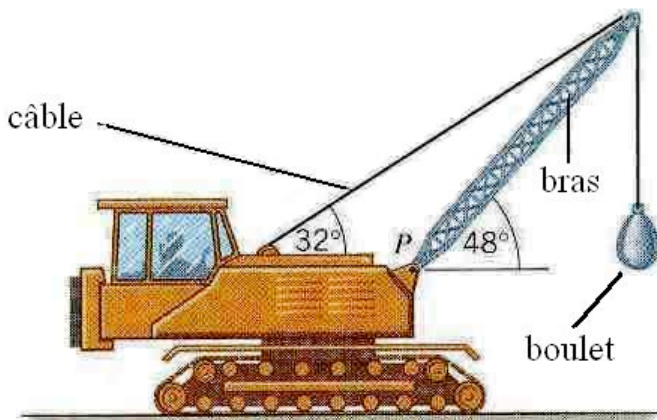
- Ce cahier contient 10 pages. Vous y écrirez directement vos réponses.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables et graphiques permises).
- Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit. Les assistants numériques (en anglais, *PDA*s) sont interdits.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété. Vous perdrez 10/40 si : (1) vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen, ou si (2) vous y avez inclus des solutions.
- L'examen est sur 40 points. Cette note sera ramenée à 40%, 50% ou 55% de la note finale du cours, selon la meilleure note finale.
- L'examen contient 9 problèmes. Il est possible d'obtenir une partie des points même si la réponse finale n'est pas correcte. Soyez clairs et précis.
- Vous pouvez utiliser l'envers des pages pour vos calculs. Je ne les corrigerai pas, sauf si vous m'indiquez de le faire.

Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas à le demander !

Problème 1. Équilibre statique [4.5 points]

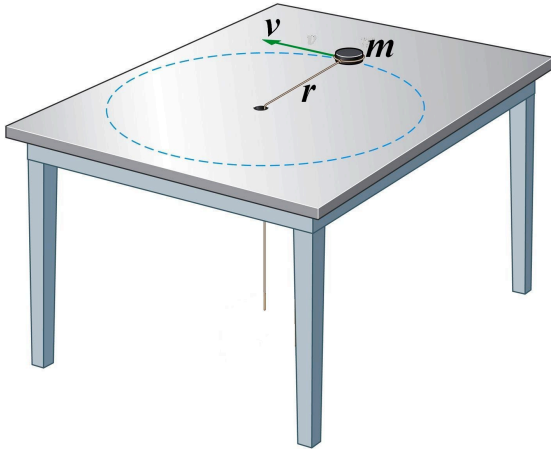
La figure ci-dessous illustre un boulet de démolition de poids 4800 N soutenu par un bras uniforme de poids 3600 N. Le bras est retenu par un câble qui fait un angle de 32° au-dessus de l'horizontale. Il y a 48° entre le bras et l'horizontale. Le système est en équilibre. Nous vous demandons d'écrire les équations permettant de calculer la tension dans le câble et la force au pivot (point P sur la figure). Vous devez trouver l'angle entre le bras et le câble.

- A. Identifiez et dessinez les forces qui agissent sur le bras : poids du bras, poids du boulet, tension dans le câble et force par le pivot. **[1.0 point]**
- B. Écrivez les composantes horizontale et verticale de la deuxième loi de Newton en termes des valeurs contenues dans ce problème. *Ne résolvez pas* ces deux équations. **[2.0 points]**
- C. Prenez l'axe de rotation au point P et écrivez la deuxième loi de Newton pour les moments de force (c.-à-d. $\sum \tau = I\alpha$) en termes des valeurs contenues dans ce problème. *Ne résolvez pas* cette équation. **[1.5 points]**



Problème 2. Moment angulaire [5.5 points]

Une rondelle de 0.5 kg décrit une trajectoire circulaire de rayon égal à 1.0 m sur une table horizontale sans frottement. La vitesse angulaire vaut 6.28 rad/s. La rondelle est attachée à une corde de masse négligeable qui passe par un petit trou au centre du cercle. On tire la corde vers le bas, de façon à réduire le rayon r . Considérez le moment angulaire comme étant conservé. Sachant que la corde peut soutenir jusqu'à une tension maximale de 105 N avant de se briser, quel est le plus petit rayon r possible ?



Problème 3. Oscillateur harmonique simple [6.0 points]

Un bloc de masse égale à 300 grammes est attaché à un ressort horizontal et repose sur une surface sans frottement. On l'étire d'une distance de 25 cm de sa position d'équilibre et, à $t = 0$ s, on le lâche du repos. Le bloc oscille ensuite avec une période de $T = 5$ secondes.

- A. Quelle est la constante du ressort k ? **[1.5 points]**
- B. Écrivez la fonction décrivant la position en fonction du temps. **[1.0 points]**
- C. À quel temps $t (> 0)$ le bloc se trouvera-t-il pour la première fois à $x = -20$ cm, tout en se dirigeant vers les x positifs? **[3.5 points]**

Problème 4. Ondes stationnaires (tuyau ouvert) [3.5 points]

Une flûte traversière est construite de façon à produire la note do (en anglais, C), à une fréquence de 261.6 Hz, lorsque tous ses trous sont fermés, et à une température de 20 °C. La vitesse du son dans l'air à température T (°C) vaut $v = 331\sqrt{1 + \frac{T}{273}}$ m/s.

- A. En considérant la flûte comme un tuyau ouvert aux deux extrémités, calculez sa longueur, en prenant la fréquence fondamentale égale à 261.6 Hz. **[2.0 points]**
- B. Quelle sera la fréquence fondamentale du do si une flûte de même longueur est utilisée à une température de 28 °C ? **[1.5 points]**

Problème 5. Ondes stationnaires [4.0 points]

Les fréquences de deux harmoniques successifs dans un tuyau de 45.0 cm sont 929 Hz et 1300 Hz, respectivement.

- A. Le tuyau est-il ouvert aux *deux* extrémités ou seulement à *une* extrémité ? Expliquez brièvement. **[1.0 point]**
- B. Dessinez l'onde stationnaire pour f_5 . **[1.0 point]**
- C. Quelle est la vitesse de l'onde dans ce tuyau ? **[1.0 point]**
- D. En utilisant la relation $v \approx 20\sqrt{T[^\circ C] + 273}$ m/s, calculez la température de l'air, en $^\circ C$, à l'intérieur du tuyau. **[1.0 point]**

Problème 6. Niveau sonore et décibels [4.0 points]

À une certaine période de la journée, le niveau sonore près d'une rue est de 70 décibels (dB), lorsqu'il y passe 100 automobiles par minute. À un autre moment plus tranquille de la journée, il ne passe que 25 automobiles par minute. Quel est alors le niveau sonore en décibels ?

Problème 7. Effet Doppler [5.0 points]

Une étudiante se tient au repos près d'une voie de chemin de fer. Elle note que lorsqu'un train approche et que sa sirène est activée, la fréquence entendue est de 442 Hz. Lorsque le train s'éloigne, la fréquence perçue par l'étudiante est de 441 Hz. Sachant que la vitesse du son est 343 m/s, calculez la vitesse du train.

Problème 8. Diffraction par une fente [3.5 points]

De la lumière de longueur d'onde 680 nm tombe perpendiculairement sur une fente de largeur 0.06 mm. On observe la figure de diffraction sur un écran situé à 1.8 m. Vous pouvez considérer $\sin \theta \cong \tan \theta$. Calculez :

- A. la largeur, en cm, du pic central sur l'écran, **[2.0 points]**
B. la distance, en cm, sur l'écran entre le premier minimum et le deuxième minimum. **[1.5 point]**

Problème 9. Diffraction et interférence combinées [4.0 points]

Dans l'expérience à deux fentes de Young, la largeur de chaque fente implique que le phénomène de diffraction se combine à la figure d'interférence, de sorte que les minima de diffraction annihilent certains maxima d'interférence. Considérez deux fentes séparées de 1 mm, et chacune large de 0.25 mm.

- A. Quels maxima d'interférence seront absents de la figure obtenue? **[2.0 points]**
- B. Combien de maxima d'interférence sont visibles dans le maximum central de diffraction? **[1.0 point]**
- C. Combien de pics d'interférence se trouvent dans le premier maximum secondaire de diffraction ? **[1.0 point]**

**Bonnes vacances !
Marc de Montigny**