

# Examen intra-semestriel 3 - Version B

PHY 1721-1731  
8 décembre 2015  
Durée: 75 minutes

---

## Instructions

- Cet examen contient 7 pages et comprend 15 questions.
- C'est un examen à livre fermé de 75 minutes. Les types de calculatrices permises sont : la Texas TI-30X, TI-30XA, TI-30XSLR, scientifiques et non programmables.
- Répondez aux questions 1 à 15 sur la feuille de réponses à lecteur optique (Scantron). Choisissez la réponse qui se rapproche la plus de la vôtre.
- Chaque choix de réponses vaut 1 point pour un total de 15 points.
- Il y a une liste de formules utiles sur les dernières pages, vous pouvez les détacher.

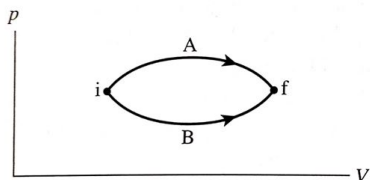
Bonne chance!

**IDENTIFIEZ ET RETOURNEZ LA FEUILLE DE RÉPONSES  
À LECTEUR OPTIQUE (nom, numéro d'étudiant, version du  
questionnaire)**

## AVERTISSEMENT!

Il est interdit de se servir de téléphones cellulaires, de dispositifs électroniques non autorisés ou de notes de cours (à moins qu'il s'agisse d'un examen à livre ouvert). Les téléphones et les dispositifs doivent être fermés et rangés dans votre sac: vous ne pouvez pas les laisser dans vos poches ou sur votre personne. Sinon, on pourrait vous demander de quitter l'examen immédiatement et des allégations de fraude scolaire pourraient être déposées dont le résultat pourrait être un 0 (zéro) pour l'examen.

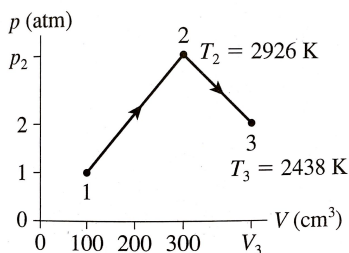
1. (1 point) Pour les processus A et B d'expansion d'un gaz parfait illustrés ci-dessous, quelle affirmation est vraie?  $W$  réfère au travail effectué par le gaz et  $Q$  réfère à la chaleur transmise au gaz.



- (a)  $Q_A < Q_B$       (b)  $Q_A = Q_B$       (c)  $Q_A > Q_B$       (d)  $W_A < W_B$       (e)  $W_A = W_B$

$$\Delta U_A = \Delta U_B \Rightarrow Q_A - W_A = Q_B - W_B, \text{ comme } W_A > W_B, \text{ on a que } Q_A > Q_B$$

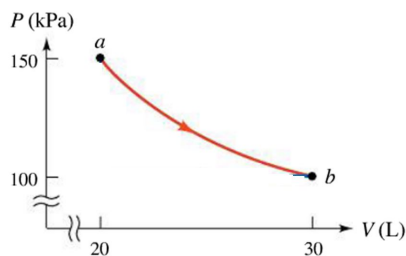
2. (1 point) La figure ci-dessous montre un diagramme  $PV$  pour 0.0066 mol de gaz parfait qui subit un processus  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ . Trouvez la pression  $P_2$ . ( $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ ,  $1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa}$ )



- (a)  $16 \times 10^5 \text{ atm}$       (b)  $5.3 \times 10^5 \text{ atm}$       (c)  $16 \text{ atm}$       (d)  $5.3 \text{ atm}$       (e) aucune de ces réponses

$$P_2 = \frac{nRT_2}{V_2} = \frac{(0.0066)(8.314)(2926)}{0.0003} = 535189 \text{ Pa} = 5.28 \text{ atm}$$

3. (1 point) Une mole d'un gaz parfait subit une détente isotherme telle qu'illustrée ci-dessous. Déterminez le travail effectué par le gaz pour passer de  $a$  à  $b$ . ( $1000 \text{ L} = 1 \text{ m}^3$ )



- (a)  $1220000 \text{ J}$       (b)  $1220 \text{ J}$       (c)  $1.22 \text{ J}$       (d)  $-1.22 \text{ J}$       (e)  $-1220 \text{ J}$

$$W_{\text{gaz}} = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = P_i V_i \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = (150000 \text{ Pa})(0.020 \text{ m}^3) \ln\left(\frac{30}{20}\right) = 1216 \text{ J}$$

4. (1 point) On place une bile d'acier de 80 g à 180°C dans un calorimètre en cuivre de 90 g contenant 250 g d'eau à 15°C. Quelle est la température finale?  
Chaleurs spécifiques:  $c_a = 450 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$  (acier),  $c_c = 385 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$  (cuivre),  $c_e = 4190 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$  (eau).

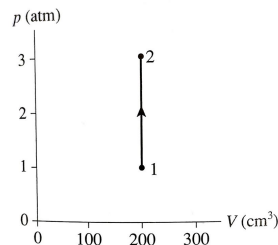
- (a) 70.0°C      (b) 46.4°C      (c) 20.3°C      (d) 17.7°C      (e) 16.1°C

$$m_c c_c \Delta T_c + m_e c_e \Delta T_e + m_a c_a \Delta T_a = 0$$

$$(0.09)(385)(T_f - 15) + (0.25)(4190)(T_f - 15) + (0.08)(450)(T_f - 180) = 0$$

on isole pour  $T_f$  et on trouve  $T_f = 20.3^\circ\text{C}$

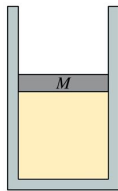
5. (1 point) Le processus suivant est:



- (a) Adiabatique      (b) Isotherme      (c) Isobare      (d) Isochore      (e) aucune de ces réponses

Le volume est constant.

6. (1 point) Un cylindre de gaz est muni d'un piston sans frottement de masse  $M$ . La température du gaz est augmentée de 20°C à 100°C. Quel est le rapport entre le volume final et le volume initial  $V_f/V_i$ ?



- (a) 5.00      (b) 1.27      (c) 1.00      (d) 0.786      (e) 0.200

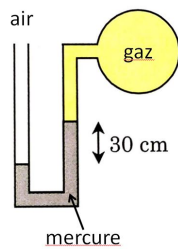
$$\frac{V}{T} = \text{constante} \Rightarrow \frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f} \Rightarrow \frac{V_f}{V_i} = \frac{T_f}{T_i} = \frac{273 + 100}{273 + 20} = 1.273$$

7. (1 point) La tour Eiffel, qui est en acier, a une hauteur de 320 m à 20°C (coefficient de dilatation thermique de  $\alpha = 11.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ). Quelle est la variation de sa hauteur sur l'intervalle de -20 à 35°C?

- (a) 20.6 cm      (b) 13.1 cm      (c) 10.3 cm      (d) 7.49 cm      (e) -7.49 cm

$$\Delta L = \alpha L \Delta T = (11.7 \times 10^{-6})(320)(55) = 0.206 \text{ m}$$

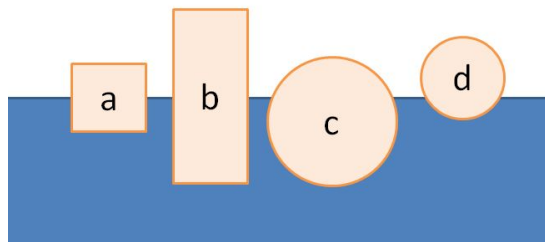
8. (1 point) Le niveau de mercure du côté d'un manomètre relié à un réservoir de gaz est 30 cm plus élevé que le côté exposé à l'air libre (101.3 kPa). Quelle est la pression dans le réservoir de gaz? La masse volumique du mercure est de  $13600 \text{ kg/m}^3$ .



- (a) 141.3 kPa      (b) 121.3 kPa      (c) 81.3 kPa      (d) 61.3 kPa      (e) 40.0 kPa

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{atm}} - \rho gh = 101300 - 13600(9.8)(0.3) = 61316 \text{ Pa}$$

9. (1 point) Soit quatre objets qui flottent tel qu'illustré. Lequel est le plus dense?



- (a) a      (b) b      (c) c      (d) d      (e) b et c

c'est celui avec la plus grande fraction de son volume immergée

10. (1 point) Un bloc de cuivre de 2 kg de masse volumique  $9000 \text{ kg/m}^3$  a un poids apparent de module 17 N lorsqu'il est complètement immergé dans un liquide. Quelle est la masse volumique du liquide?

- (a)  $16800 \text{ kg/m}^3$       (b)  $1350 \text{ kg/m}^3$       (c)  $1190 \text{ kg/m}^3$       (d)  $930 \text{ kg/m}^3$       (e)  $2.00 \text{ kg/m}^3$

$$P + F_P = mg \Rightarrow F_P = V\rho_L g = mg - P = 2(9.8) - 17 = 2.6 \text{ N}$$

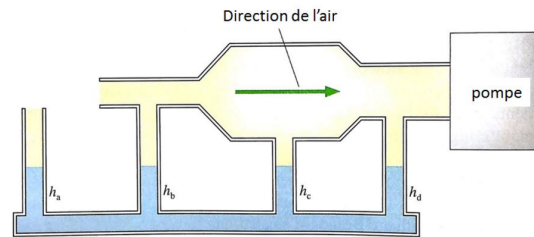
$$\rho_L = \frac{(2.6)}{Vg} = \frac{(2.6)}{mg/\rho_S} = \frac{(2.6)(9000)}{2(9.8)} = 1194 \text{ kg/m}^3$$

11. (1 point) Une tige de longueur de 2.5 cm et de section transversale de  $0.3 \text{ cm}^2$  s'allonge de 0.1 cm lorsqu'elle est soumise à une tension dont le module vaut 800 N. Quel est le module de Young?

- (a)  $6.67 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$   
 (b)  $1.07 \times 10^4 \text{ N/m}^2$   
 (c)  $9.38 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$   
 (d)  $1.50 \times 10^{-11} \text{ N/m}^2$   
 (e) aucune de ces réponses

$$E = \frac{FL_0}{A\Delta L} = \frac{(800)(0.025)}{(0.0003)(0.001)} = 6.67 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

12. (1 point) Dans la figure ci-dessous, pour quelle colonne la hauteur de liquide sera la plus élevée?



- (a) a                      (b) **b**                      (c) c                      (d) d                      (e) b et d

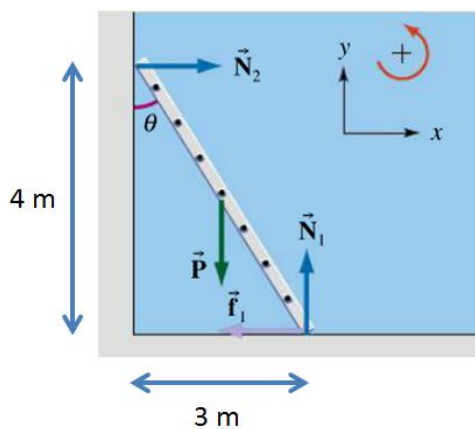
rayon le plus petit, donc vitesse la plus grande, donc pression la plus basse, donc liquide le plus haut

13. (1 point) Un homme de masse  $m = 80$  kg est au centre d'une plate-forme en forme de disque de masse  $M = 160$  kg et de rayon  $R = 2$  m. La plate-forme tourne alors sans friction à une vitesse angulaire  $\omega = 4$  rad/s. L'homme marche alors vers le bord de la plate-forme. Déterminez la vitesse angulaire de la plateforme lorsque l'homme atteint le bord, c'est-à-dire lorsqu'il est à une distance  $R$  du centre?

- (a) 8.00 rad/s            (b) 3.00 rad/s            (c) 2.83 rad/s            (d) **2.00 rad/s**            (e) 1.00 rad/s

$$L_i = \frac{1}{2}MR^2\omega_1 = L_f = \left(\frac{1}{2}MR^2 + mR^2\right)\omega_f \Rightarrow \omega_f = \frac{\omega_i}{1 + 2m/M} = 2 \text{ rad/s}$$

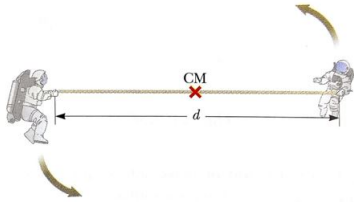
14. (1 point) Une échelle de masse  $M$  repose sur un plancher rugueux et un mur sans frottement. Quel est le module du moment de force généré par la force  $N_2$  autour du point de contact au sol?



- (a)  $7N_2$  m            (b)  $5N_2$  m            (c)  **$4N_2$  m**            (d)  $3N_2$  m            (e)  $0N_2$  m

$$\tau = N_2L \sin(90 - \theta) = N_2L \cos \theta = N_2L(4\text{m}/L) = N_2(4\text{m})$$

15. (1 point) Deux astronautes, chacun de masse  $m$ , tiennent une corde et sont séparés par une distance  $d$ . Ils tournent à une vitesse angulaire  $\omega$  autour de leur centre de masse. Ils tirent sur la corde pour réduire la distance qui les sépare d'un facteur 4. Quelle est leur vitesse angulaire finale?

(a)  $16\omega$ (b)  $4\omega$ (c)  $\omega$ (d)  $\frac{\omega}{4}$ (e)  $\frac{\omega}{16}$ 

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f \Rightarrow 2m(d/2)^2 \omega_i = 2m(d/8)^2 \omega_f \Rightarrow \omega_f = 8^2 \omega_i / 2^2 = 16\omega_i$$

## Formules

### Constantes

- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
- $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

### Algèbre

- Si  $ax^2 + bx + c = 0$ , alors  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

### Géométrie

- Cercle: aire =  $\pi r^2$ , circonférence =  $2\pi r$
- Sphère: aire =  $4\pi r^2$ , volume =  $\frac{4\pi r^3}{3}$

### Vecteurs

- Soit  $\vec{A} = A_x\vec{i} + A_y\vec{j} + A_z\vec{k}$ ,  
le module est  $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$
- $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$
- $\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \vec{u}_n = (A_y B_z - A_z B_y)\vec{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\vec{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\vec{k}$

### Cinématique

- vitesse moyenne =  $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$
- vitesse instantannée =  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$
- accélération moyenne =  $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$
- accélération instantannée =  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$
- cinématique en 1D:  
 $v = v_0 + at$ ;  $x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$ ;  
 $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ;  $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$
- mouvement circulaire uniforme:  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ ;  
 $v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$ ;  $a_c = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

### Dynamique

- deuxième loi de Newton:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
- troisième loi de Newton:  $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$
- gravitation universelle:  $F_g = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$
- frottement statique:  $f_s \leq \mu_s N$
- frottement cinétique:  $f_c = \mu_c N$
- force centripète =  $mv^2/r$

### Travail et énergie

- travail (générale):  $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F_s \cos \theta$
- travail (force variable):  $W_{x_A \rightarrow x_B} = \int_{x_A}^{x_B} F_x dx$
- travail (gravité):  $W = -mg(y_f - y_i)$
- travail (ressort):  $W_{\text{res}} = -\frac{k}{2}(x_f^2 - x_i^2)$

- théorème de l'éner. cinétique:  $W = \Delta K$  où  $K = \frac{mv^2}{2}$
- puissance:  $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$
- énergie potentielle gravitationnelle:  $U_g = mgy$
- énergie potentielle d'un ressort:  $U_{\text{res}} = \frac{1}{2}kx^2$
- conservation de l'énergie:  $\Delta E = \Delta K + \Delta U = 0$
- en présence de forces non conservatrices:  $\Delta E = W_{NC}$
- pour une force conservatrice:  $F_C = -\frac{dU}{dx}$

### Quantité de mouvement

- Quantité de mouvement:  $\vec{p} = m\vec{v}$ ,  $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$
- Conservation de la quantité de mouvement:  
 $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = 0 \Rightarrow \sum \vec{p} = \text{constante}$
- Collision élastique 1D:  $v_2 - v_1 = -(u_2 - u_1)$
- Impulsion:  $\vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{F}_{\text{moy}} \Delta t$

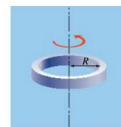
### Systèmes de particules

- Position du centre de masse:  $\vec{r}_{\text{CM}} = \frac{1}{M} \sum m_i \vec{r}_i$
- Vitesse du centre de masse:  $\vec{v}_{\text{CM}} = \frac{1}{M} \sum m_i \vec{v}_i$
- Quantité de mouvement:  $\vec{P} = \sum m_i \vec{v}_i = M\vec{v}_{\text{CM}}$
- Énergie cinétique:  $K = K_{\text{CM}} + K_{\text{rel}}$

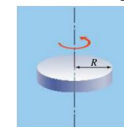
### Rotation des corps rigides

- Déplacement angulaire:  $\Delta\theta = \frac{s}{r}$ ,  $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ ,  $v_t = \omega r$
- Accélération angulaire:  $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ ,  $a_r = \omega^2 r$ ,  $a_t = \alpha r$
- Énergie cinétique:  $K = \frac{I\omega^2}{2}$
- Moment d'inertie:  $I = \sum m_i r_i^2$
- Théorème des axes parallèles:  $I = I_{\text{CM}} + Mh^2$
- Énergie cinétique:  $K = \frac{1}{2}Mv_{\text{CM}}^2 + \frac{1}{2}I_{\text{CM}}\omega^2$
- Moment de force:  $\tau = \pm rF_{\perp} = \pm r_{\perp} F = \pm rF \sin \theta$
- Deuxième loi de Newton:  $\sum \tau = I\alpha$
- Quelques moments d'inertie:

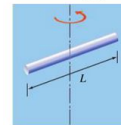
Anneau:  $I = MR^2$



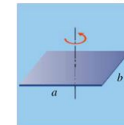
Disque:  $I = \frac{1}{2}MR^2$



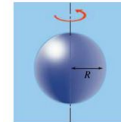
Tige:  $I = \frac{1}{12}ML^2$



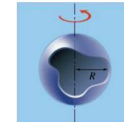
Plaque:  $I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$



Sphère pleine:  $I = \frac{2}{5}MR^2$



Sphère creuse:  $I = \frac{2}{3}MR^2$



**Moment cinétique**

- Équilibre statique:  $\sum \vec{F} = 0, \sum \tau = 0$
- Moment de force:  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
- Moment cinétique:  $L = I\omega, \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
- Deuxième loi de Newton:  $\sum \vec{\tau}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

**Solides et fluides**

- Contrainte de traction:  $\sigma = \frac{F_n}{A}$
- Déformation:  $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
- Module de Young:  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$
- Pression hydrostatique:  $P = P_0 + \rho gh$
- Principe d'Archimède:  $F_p = \rho_f V g$
- Éq. de continuité (incompressible):  $A_1 v_1 = A_2 v_2$
- Équation de Bernoulli:  $P + \rho gy + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante}$

**Physique thermique, thermodynamique**

- Constante des gaz parfaits:  $R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
- Nombre d'Avogadro:  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Pression atmosphérique normale:  $101.3 \text{ kPa}$
- Eq. des gaz parfaits:  $PV = NkT = nRT$
- Gaz parfait:  $\Delta U = nC_V \Delta T, C_P - C_V = R$
- Gaz parfait (adiabatique, quasi statique):  
 $PV^\gamma = \text{constante}, \gamma = C_P/C_V$
- Dilatation:  $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T, \Delta V = \beta V_0 \Delta T$
- Chaleur spécifique:  $\Delta Q = mc\Delta T$
- Chaleur spécifique molaire:  $\Delta Q = nC\Delta T$
- Chaleur latente:  $\Delta Q = mL$
- Travail accompli par le système (quasi statique):  
 $W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$
- Travail, gaz parfait (isobare):  $W = P(V_f - V_i)$
- Travail, gaz parfait (isotherme):  $W = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$
- 1er principe de la thermodynamique:  $\Delta U = Q - W$
- Processus adiabatique:  $\Delta U = -W$
- Rendement thermique:  $\varepsilon = \frac{W}{|Q_C|} = 1 - \frac{|Q_F|}{|Q_C|}$
- Coeff. d'amplification frigorifique:  $\text{CAF} = \frac{|Q_F|}{W}$