PHYSQ 124 révision, 7 décembre, 15h local 370

Examen final

Jeudi, 15 décembre, de 14h à 17h au gymnase, rangée 3

https://sites.ualberta.ca/~mdemonti/physq124.html

Contient d'anciens examens, ces notes de révision, solutions des devoirs, notes de cours, etc.

Aide-mémoire à la page suivante.

Pour vérifier vos notes: mdemonti@ualberta.ca

PHYSQ 124, LEC A1: Particules et ondes
Aide-mémoire pour l'examen final du jeudi 15 décembre 2022

NOM: ______________________________

Imprimez cette feuille. Vous pouvez y ajouter des formules, quelques mots ou schémas simples.
7 points sur 35 seront enlevés de votre note si :
1. vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen, ou
2. vous y avez inclus des solutions.

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \mathbf{F}_{AB} = -\mathbf{F}_{BA} \qquad \mathbf{F}_{\mathrm{g}} = m\mathbf{g} \qquad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f_k = \mu_k N \qquad f_s \leq f_{s,\max} = \mu_s N \qquad a_{\mathrm{cp}} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \qquad F_{\mathrm{r}} = -kx$$

$$W = Fd\cos\theta \qquad K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad \Delta K = K_f - K_i = W_{\mathrm{total}}$$

$$E = K + U \qquad \Delta E = E_f - E_i = W_{\mathrm{NC}} \qquad U_g = mgy \qquad U_r = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\vec{I} = \vec{F}_{\mathrm{av}}\Delta t = \Delta\vec{p} \qquad \vec{p} = m\vec{v} \qquad \vec{P}_i = \vec{P}_f \qquad x_{\mathrm{cm}} = \frac{m_1x_1 + \cdots + m_nx_n}{m_1 + \cdots + m_n}$$

$$s = \theta r \qquad v_t = \omega r \qquad a_t = \alpha r \qquad 1 \text{ tour} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \qquad \omega = \omega_0 + \alpha t \qquad \omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$$

$$I = \sum m_i r_i^2 \qquad K_r = \frac{1}{2}I\omega^2 \qquad I_{\mathrm{poulie}} = \frac{1}{2}MR^2 \qquad K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$\tau = F_\perp r = F r_\perp = rF\sin\theta \qquad \sum \tau = I\alpha \qquad \sum F_x = \sum F_y = \sum \tau = 0$$

$$L = I\omega = rp_\perp = r_\perp p = rp\sin\theta \qquad \sum L_i = \sum L_f$$

$$F = \frac{GMm}{r^2} \qquad U_g = -\frac{GMm}{r} \qquad G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2 \qquad R_E = 6370 \text{ km} \qquad M_E = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$x = A\cos(\omega t) \qquad v = -\omega A\sin(\omega t) \qquad a = -\omega^2 A\cos(\omega t)$$

$$x_{max} = A \qquad v_{max} = \omega A \qquad a_{max} = \omega^2 A \qquad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$v = \lambda f \qquad f = \frac{1}{T} \qquad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \qquad \mu = \frac{m}{L} \qquad I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$f_n = nf_1 \qquad f_1 = \frac{v}{2L} \qquad f_1 = \frac{v}{4L} \qquad \lambda_n = \frac{\lambda_1}{n} \qquad \lambda_1 = 2L \qquad \lambda_1 = 4L$$

$$\Delta\ell = m\lambda \qquad \Delta\ell = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \qquad \tan\theta = \frac{y}{L} \qquad \Delta\ell = d\sin\theta$$

PHYSQ 124
Matière à l'examen final du jeudi 15 décembre 2022
Gymnase de la FSJ, rangée 3
Chapitres 9 à 14, 28 (détails ci-dessous)

Concepts de base : chapitres 2 à 8

Aucune question tirée de ces chapitres, mais les concepts de : vecteurs, vitesse relative, cinématique à accélération constante et projectiles, lois de Newton et forces (poids, normale, friction, tension, ressorts, etc.), mouvement circulaire, travail et énergie, conservation d'énergie, travail et forces non-conservatives, etc. peuvent être à l'examen.

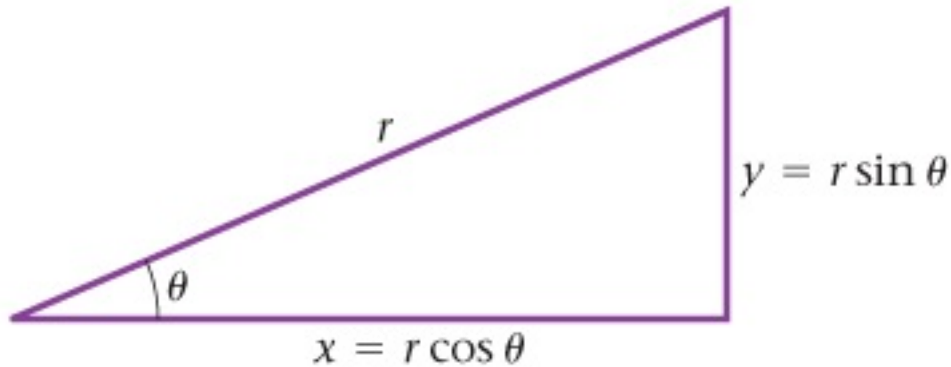
Connaissances scientifiques, styles de questions, habiletés :

algèbre (ex. trigonométrie de base, systèmes d'équations à plusieurs variables, équation quadratique)
graphiques, pente, axes (ex. x v. t, v v. t, impulsion, oscillateur harmonique simple)
unités, conversion, préfixes de notation scientifique (p,n,μ,m,k,M,G)
vecteurs : composantes, algèbre vectorielle, etc.
questions conceptuelles
applications concrètes, y compris aux expériences de lab

Sources des questions

semblables à des exemples du cours, questions de devoirs, anciens examens, labs, etc

Trigonométrie



$$\cos\theta = \frac{x}{r}, \sin\theta = \frac{y}{r}, \tan\theta = \frac{y}{x}$$

$$\sin(-\theta) = -\sin\theta, \cos(-\theta) = \cos\theta$$

Formule quadratique: $$ax^2 + bx + c = 0$$

(pas nécessaire si b = 0) $$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x^m x^n = x^{m+n}$$

Loi des exposants: $$\frac{1}{x^m} = x^{-m}$$

$$\left(xy\right)^m = x^m y^m$$

$$\left(x^m\right)^n = x^{mn}$$

Logarithme: $\text{si } x = a^n \text{ alors } n = \log_a x$

$\text{souvent } a = 10 \text{ ou } e = 2.718281828$

Propriétés: $\log(xy) = \log x + \log y$

$$\log\left(\frac{1}{x}\right) = -\log x$$

$$\log\left(x^m\right) = m \log x$$

$$\log(1) = 0$$

~~Changement de base:~~ $$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

Sec. 2-5 Équation de cinématique à accélération constante

TABLE 2–4 Constant-Acceleration Equations of Motion

Variables related	Equation	Number
velocity, time, acceleration	$v = v_0 + at$	2–7
initial, final, and average velocity	$v_{av} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$	2–9
position, time, velocity	$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$	2–10
position, time, acceleration	$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	2–11
velocity, position, acceleration	$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) = v_0^2 + 2a\Delta x$	2–12

Chapitre 3

Sec. 3-1 Scalaires et vecteurs

Sec. 3-2 Composantes de vecteurs

Sec. 3-3 Addition et soustraction de vecteurs

Sec. 3-4 Vecteurs unitaires

Sec. 3-5 Position, déplacement, vitesse et accélération

Sec. 3-6 Mouvement relatif

Si v_{AB} = vitesse de A p/r B, on a les relations

$v_{AB} = -v_{BA}$

et

$v_{AB} = v_{AC} + v_{CB}$

(Remarquez la similarité avec le produit de fractions: A/B = A/C * C/B)

Chapitre 4

Sec. 4-1 Mouvement à deux dimensions

Sec. 4-2 Balistique: équations de base

Sec. 4-3 (Cas particulier de Sec. 4-4)

Sec. 4-4 Projection d'un angle quelconque

~~Sec. 4-5 Caractéristiques (bref)~~

(La discussion est généralisée à 3 D en ajoutant la composante z.)

Chapitre 5

Sec 5-1 Force et masse

Sec 5-2 à 5-4 Lois de Newton

Sec 5-5 Nature vectorielle des forces

Sec 5-6 Poids

Sec 5-7 Forces normales

(Au Chap. 6, nous ajouterons la friction, les cordes, ressorts et $a_{centripète}$)

Chapitre 6

Sec. 6-1 Forces de friction

Sec. 6-2 Cordes et ressorts

Sec. 6-3 Équilibre des forces

Sec. 6-4 Objets liés

Sec. 6-5 Mouvement circulaire

Chapitre 7

Sec 7-1 Travail par une force constante

Sec 7-2 Énergie cinétique

Sec 7-3 Travail par une force variable

~~Sec 7-4 Puissance (bref)~~

Chapitre 8

Sec 8-1 Forces conservatives

Sec 8-2 Énergie potentielle

Sec 8-3 Conservation de l'énergie mécanique

Sec 8-4 Forces non-conservatives

~~Sec 8-5 Courbes d'énergie potentielle (bref)~~

Matière à questions :

Chapitre 9, sauf la section 9.8
Quantité de mouvement
Impulsion, y compris la représentation graphique, théorème de l'impulsion
Conservation de quantité de mouvement (quand $F_{EXT} = 0$)
Collisions 1D et 2D
Pp. 16 – 22, sur le coefficient de restitution, sont omises
Centre de masse

Sec. 9-1 Quantité de mouvement

Quantité de mouvement

$\vec{p} = m\vec{v}$ ou p = mv (9-1)

Unité: kg•m/s

Quantité de mouvement totale (pour un système de N objets):

p_{total} (ou P) = $p_1 + p_2 \ldots + p_N$ (9-2)

Notation: p (1 objet) P (plusieurs objets)

Sec. 9-3 Impulsion I

Impulsion

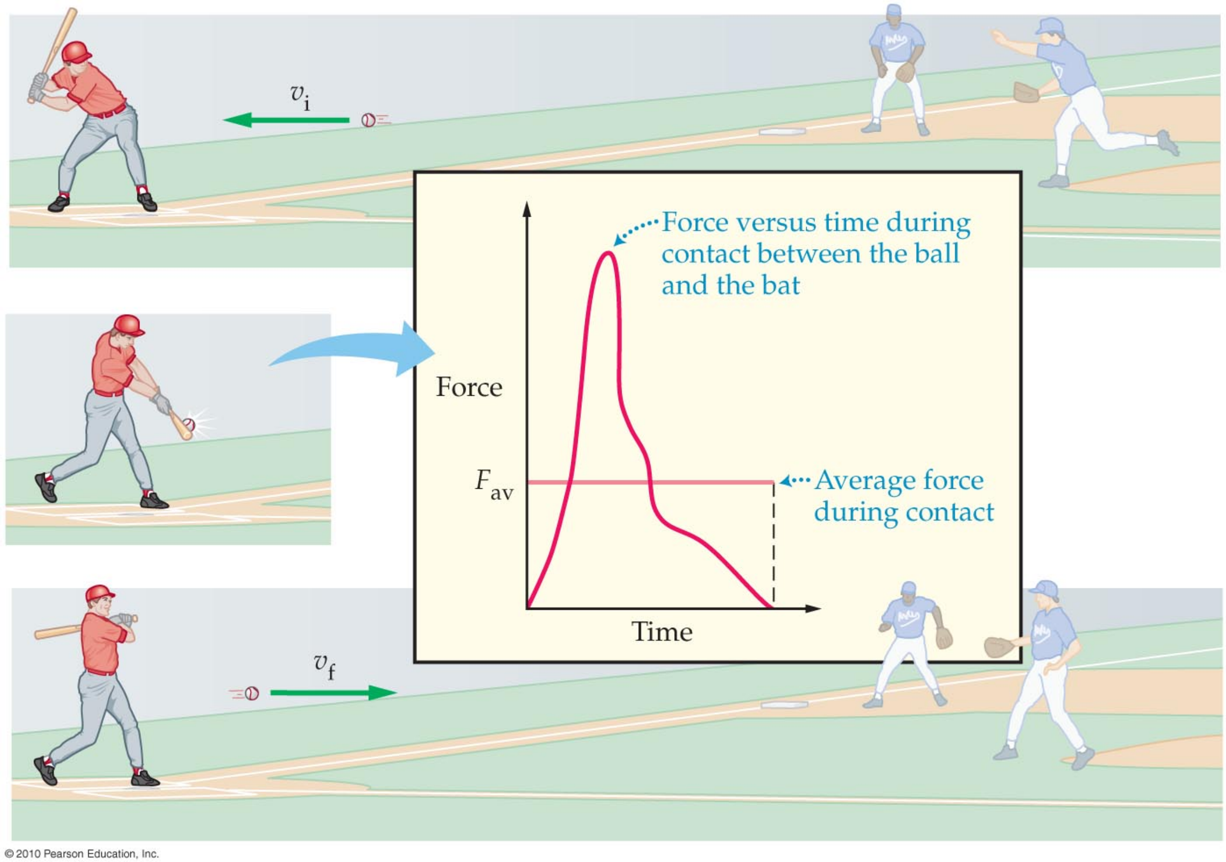
$$I = F_{av}\Delta t \qquad (9\text{-}6)$$

où F_{av} est la force moyenne qui agit sur l'objet.

Théorème de l'impulsion

$$I = F_{av}\Delta t = \Delta p = p_f - p_i \qquad (9\text{-}7)$$

Fig. 9-2   Force variable



Impulsion = aire sous la courbe = aire sous rectangle

Sec. 9-4 Conservation de p

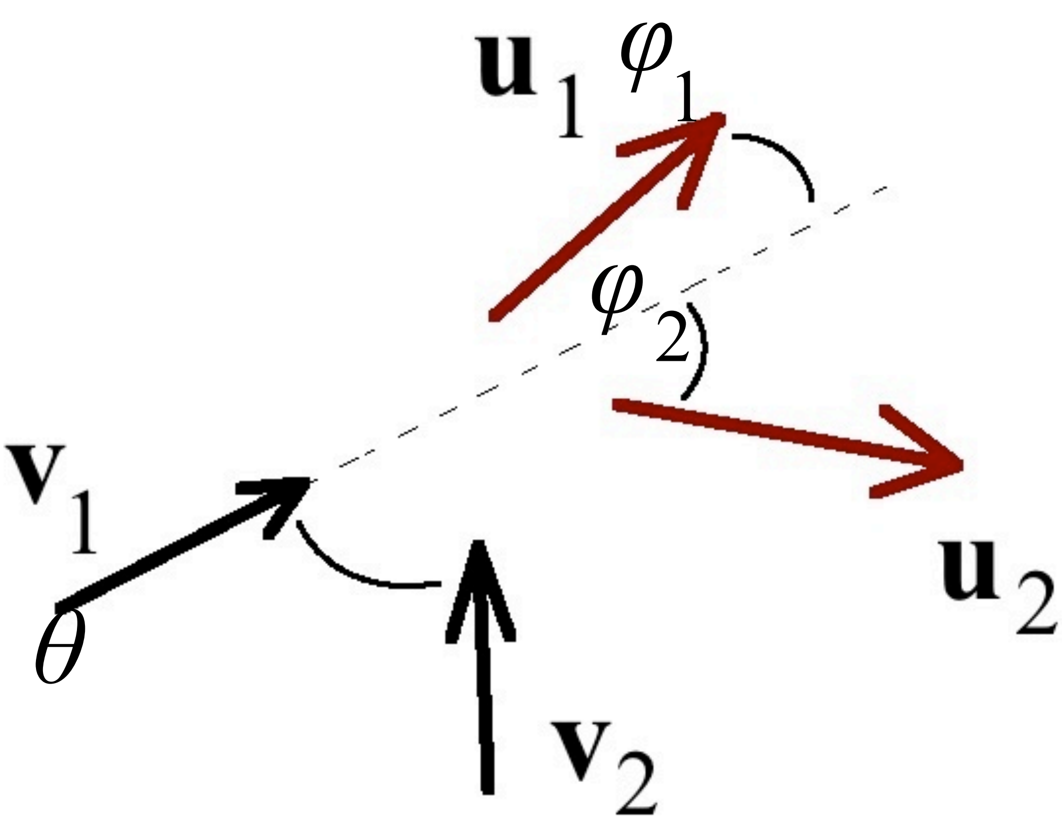
Rappel :   Eq. (9-5)

$$\sum \vec{\mathbf{F}} = \frac{\Delta \vec{\mathbf{p}}}{\Delta t}$$

Si la force totale sur un objet est nulle, p est conservée:

$$p_f = p_i \qquad (9\text{-}9)$$

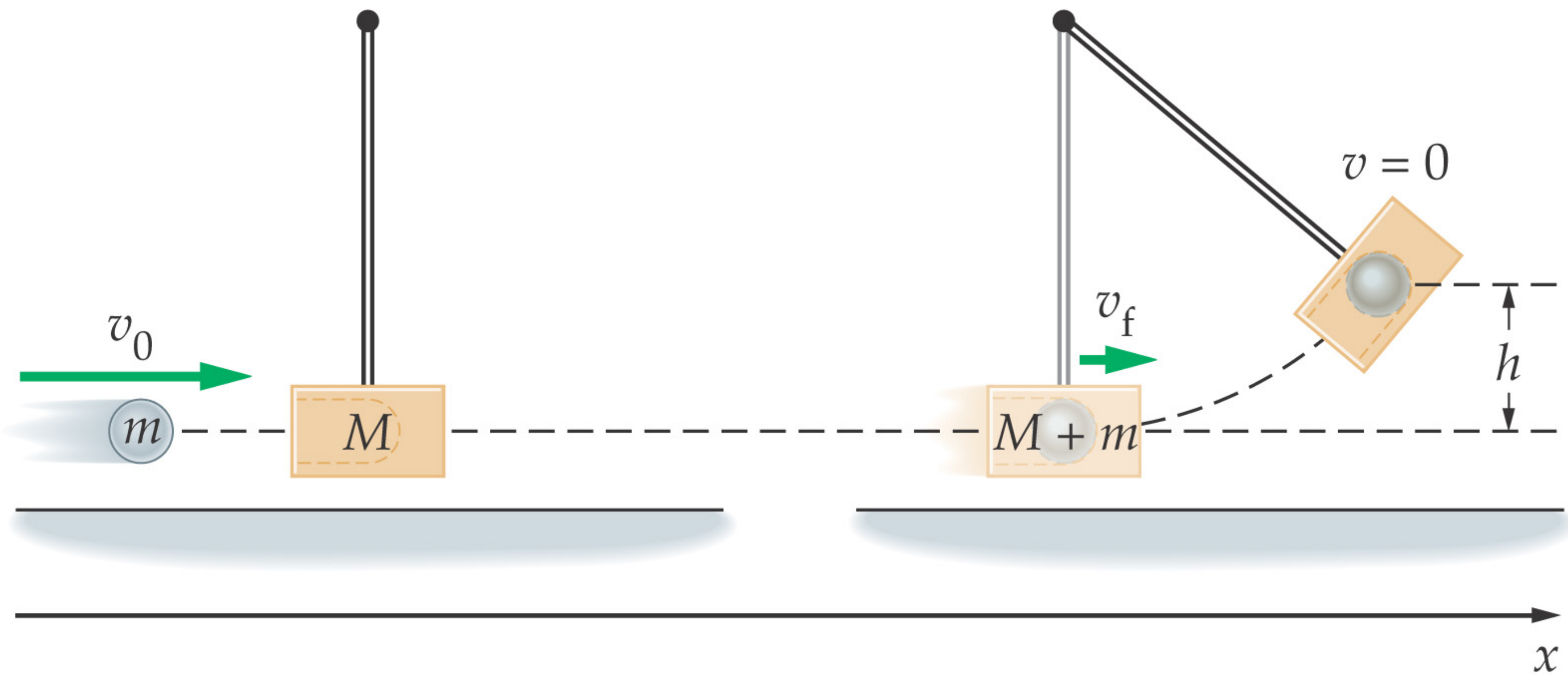
Exemple 2D semblable au laboratoire. Sachant que m_1 = 0.2 kg, m_2 = 0.15 kg, v_1 = 50 cm/s, v_2 = 75 cm/s, u_1 = 30 cm/s, θ = 50° et φ_1 = 25° , que valent u_2 et φ_2?



Exemple. Calculer h en fonction de v_0, m et M.

P conservé avant/après l'impact et

E conservée après l' impact vs h max



Coordonnée x du CM, Eq. (9-15)

$$X_{\mathrm{cm}} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots} = \frac{\sum mx}{M}$$

Coordonnée y du CM, Eq. (9-16)

$$Y_{\mathrm{cm}} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots} = \frac{\sum my}{M}$$

Chapitre 10

θ, ω, α et cinématique de rotation avec α constante

$s = \theta r$,$v = \omega r$, $a = \alpha r$, roulement, cordes et poulies

Moment d'inertie $I = \sum mr^2$

Énergie cinétique de rotation $K = \frac{1}{2} I\omega^2$. Poulies, objets en rotation, roulement

Conservation de l'énergie mécanique totale avec rotation

Sec. 10-2 Cinématique de rotation (avec α constante). P. 305

Linear Quantity	Angular Quantity
x	θ
v	ω
a	α

Linear Equation (a = constant)		Angular Equation (α = constant)	
$v = v_0 + at$	**2–7**	$\omega = \omega_0 + \alpha t$	**10–8**
$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$	**2–10**	$\theta = \theta_0 + \frac{1}{2}(\omega_0 + \omega)t$	**10–9**
$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	**2–11**	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$	**10–10**
$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	**2–12**	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$	**10–11**

Sec. 10-3 Lien entre variables linéaires et angulaires

Le taux de variation de

$$s = r\theta \qquad (10\text{-}2)$$

par rapport au temps donne la *vitesse tangentielle*

$$v_t = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{r\Delta\theta}{\Delta t} = r\omega \qquad (10\text{-}12)$$

et, appliqué une deuxième fois, l'*accélération tangentielle*,

$$a_t = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{r\Delta\omega}{\Delta t} = r\alpha \qquad (10\text{-}14)$$

Système de plusieurs masses,

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Moment d'inertie

Objets discrets $$I = \sum m_i {r_i}^2 \qquad (10\text{-}18)$$

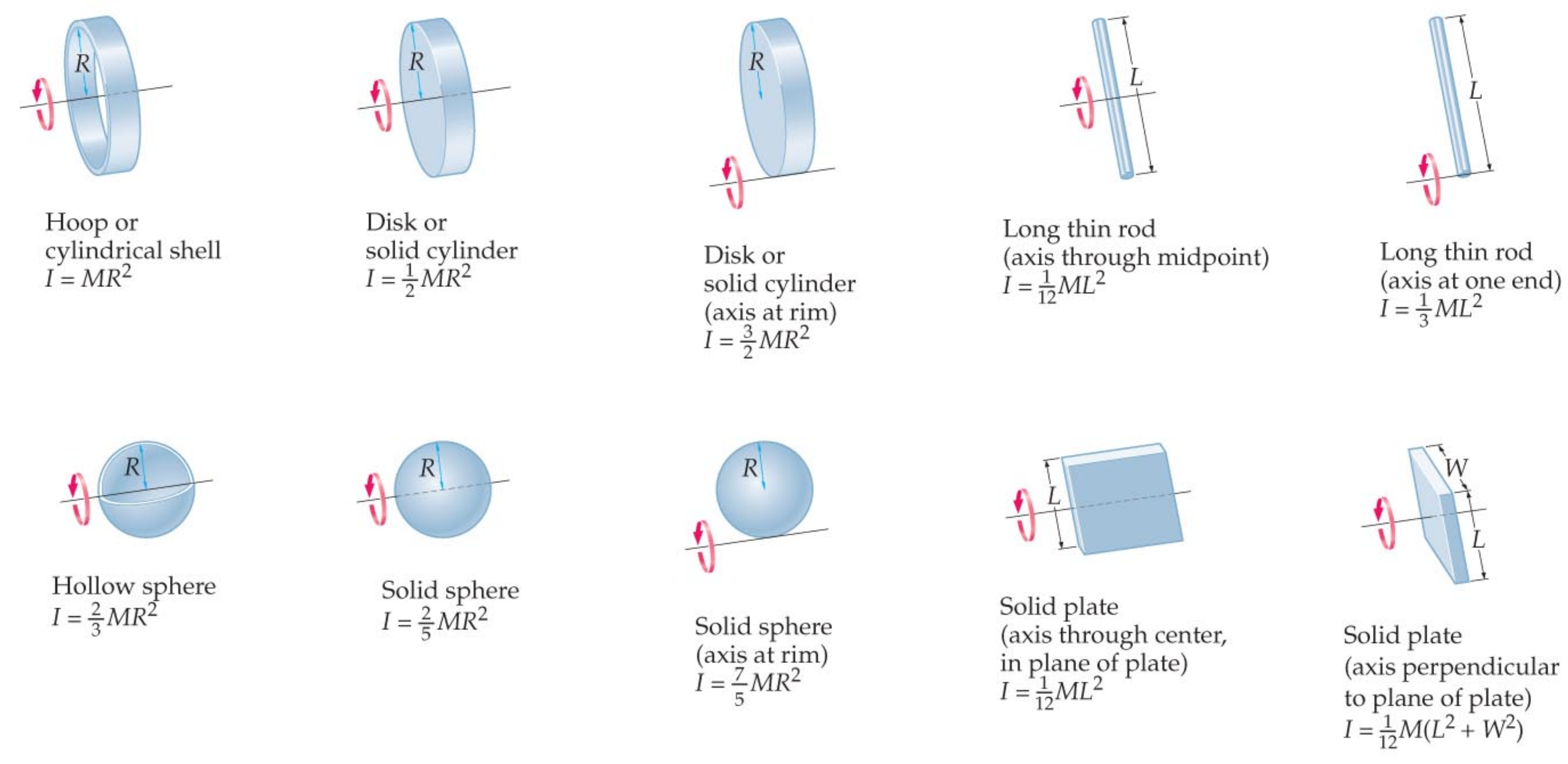
Objets continus $$I = \int r^2\, dm = \int r^2 \rho(r)\, d^3 r$$

I dépend de la masse, de l'axe de rotation et de la forme de l'objet. r_i est la distance entre la masse m_i et l'axe de rotation.

Tout comme la masse est une mesure de l'inertie de translation, *le moment d'inertie est une mesure de l'inertie de rotation*. I dépend de l'axe de rotation.

P. 316, Tableau 10-1 **PAS À MÉMORISER**

TABLE 10–1 Moments of Inertia for Uniform, Rigid Objects of Various Shapes and Total Mass *M*



Sec. 10-6 Conservation de l'énergie

L'énergie cinétique totale est la somme de son énergie cinétique linéaire plus l'énergie cinétique de rotation

$$K = \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{K_{translation}} + \underbrace{\frac{1}{2}I\omega^2}_{K_{rotation}} \qquad (10\text{-}19)$$

L'énergie potentielle U d'un objet étendu est déterminée par la position du *centre de masse.*

Chapitre 11, sauf les sections 11.4,8,9

Moment de force : $\tau = rFsin\theta = r_{\perp}F = rF_{\perp}$

Deuxième loi de Newton $\sum \tau = I\alpha$

Équilibre statique et moment de force nul

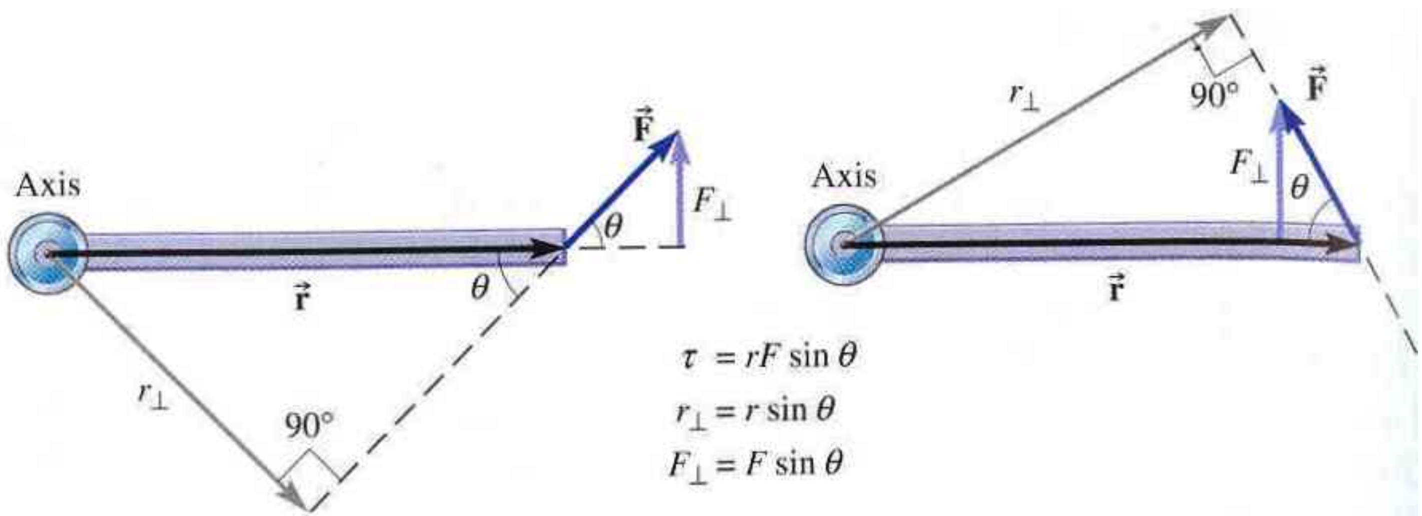
Moment cinétique $L = rpsin\theta = r_{\perp}p = rp_{\perp}$, $L = I\omega$

Conservation du moment cinétique

Bref, vous pouvez utiliser l'une ou l'autre forme,

$$\tau = \begin{cases} r_\perp F = (r\sin\theta)F \\ rF_\perp = r(F\sin\theta) \end{cases}$$

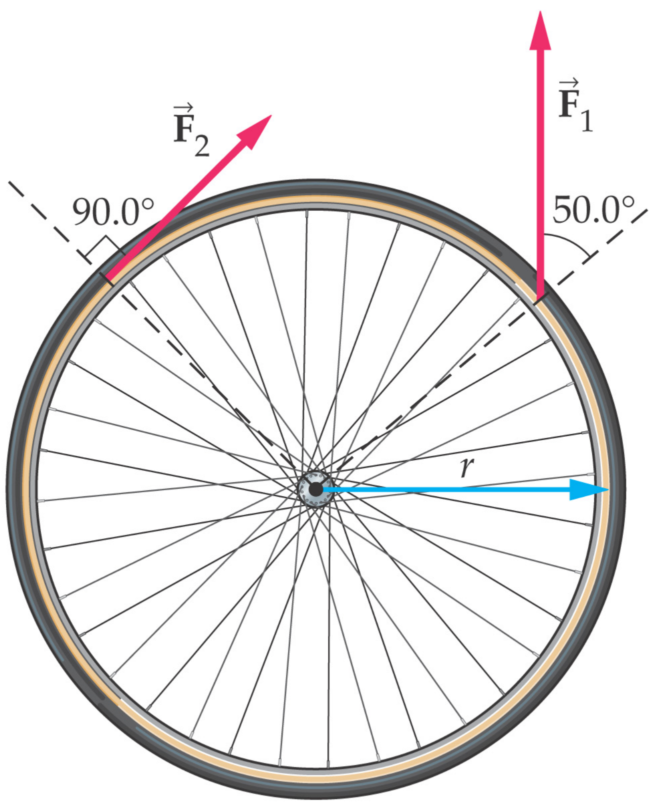
La valeur de τ sera la même.



Convention de signes (P.337):

$\tau > 0$ si α est anti-horaire (ex. F_1 ci-dessous)

$\tau < 0$ si α est horaire (ex. F_2 ci-dessous)



Sec. 11-2 Deuxième Loi de Newton rotationnelle

Version rotationnelle de la 2ième Loi de Newton:

$$\sum \tau = I\alpha \qquad (11\text{-}4)$$

Tableau, P.340

Linear Quantity	Angular Quantity
m	I
a	α
F	τ

Sec. 11-3 Équilibre statique

Un objet est en *équilibre statique* lorsqu'il est au repos, c.-à-d. qu'il ne se déplace pas ($v = 0$) et qu'il ne tourne pas ($\omega = 0$). Ceci implique

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \qquad \text{et} \qquad \sum \vec{\tau} = \vec{0}$$

Dans ce cours, nous travaillerons dans le *plan*, où les *conditions d'équilibre statique* prennent la forme:

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0 \tag{11-5}$$

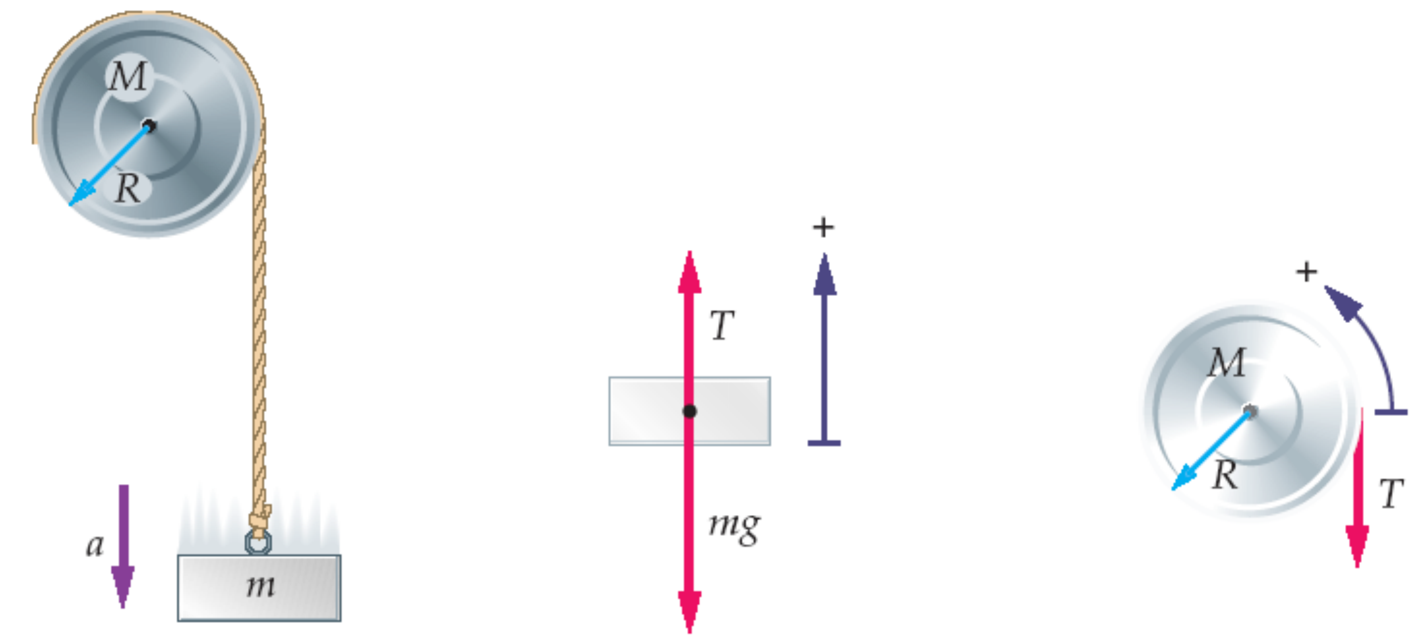
et

$$\sum \tau_z = 0 \tag{11-6}$$

Le livre n'utilise pas l'indice z dans l'équation (11-6).

Sec. 11-5 Exemples dynamiques

Fig. 11-20 Calcul de a en fonction de m, M et R. Ce problème implique des accélérations *linéaire* et *angulaire*.



(a) Physical picture

(b) Free-body diagram for mass

(c) Free-body diagram for pulley

Sec. 11-6 Moment cinétique

Le *moment cinétique* d'un objet de moment d'inertie I et de vitesse angulaire ω est un vecteur de grandeur

$$L = I\omega \qquad (11\text{-}11)$$

et de direction donnée par le pouce, avec les doigts enroulés dans le sens de la rotation.

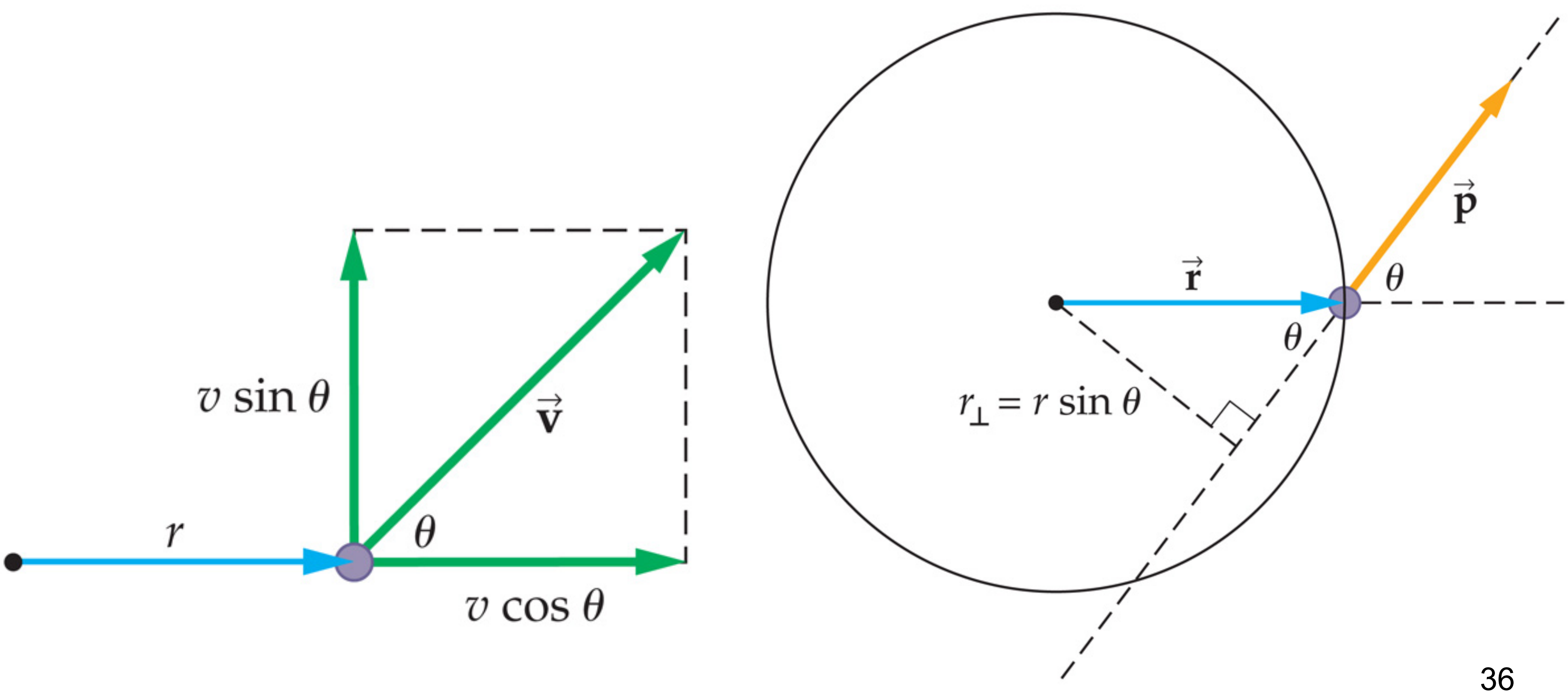
Unité SI: kg m^2/s

C'est l'analogue de la quantité de mouvement p.

Pour une particule ponctuelle (par ex. Fig. 11-21, ci-dessous), nous avons

$$L = rp\,\sin\theta = mvr\,\sin\theta \qquad (11\text{-}13)$$

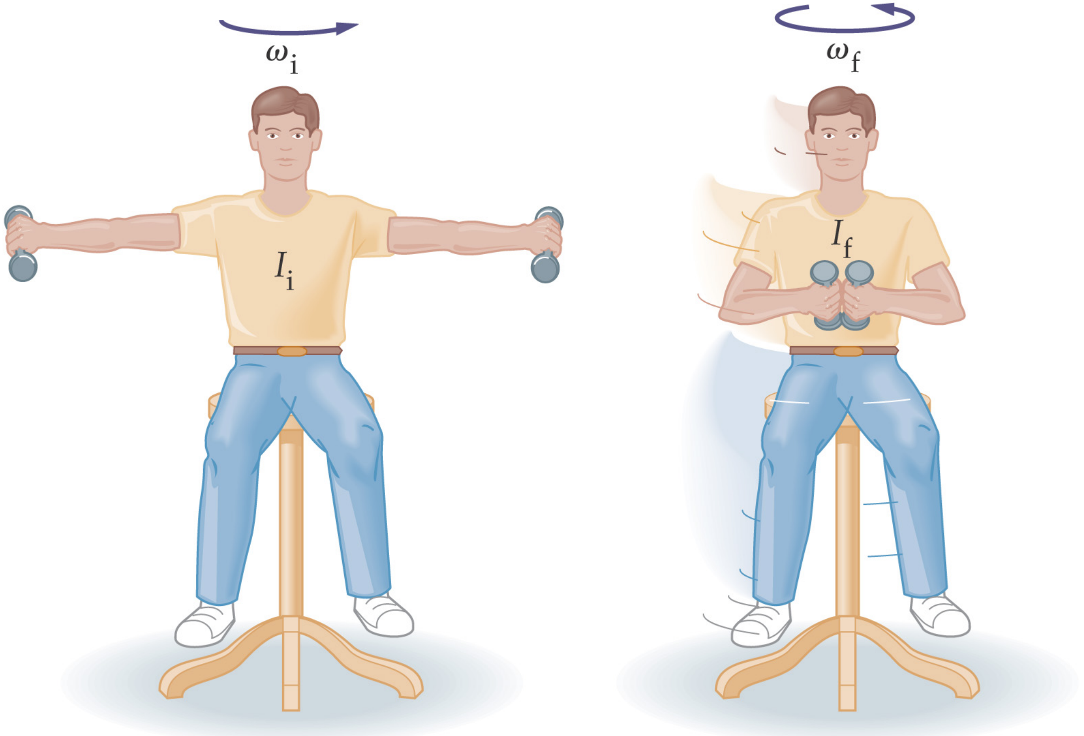
car $L = I\omega = (mr^2)(v_t/r) = mvr\,\sin\theta = rp\,\sin\theta$



Sec. 11-7 Conservation du moment cinétique

Si $\tau_{\text{total, externe}} = 0$, nous avons conservation du moment cinétique

$$L_{\mathrm{i}} = L_{\mathrm{f}} \tag{11-15}$$



Chapitre 12, sauf les sections 12.3,6

Gravitation universelle de Newton $F = Gm_1m_2/r^2$

Énergie potentielle gravitationnelle $U = -Gm_1m_2/r$

Conservation d'énergie avec l'énergie gravitationnelle (ex. vitesse de libération)

La *force d'attraction gravitationnelle* entre ces deux objets est donnée par la relation

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad (12\text{-}1)$$

avec la *constante de gravitation universelle*,

$$G = 6.67\times10^{-11}\ \mathrm{N\ m^2/kg^2} \qquad (12\text{-}2)$$

La force F_{12}, sur 1 par 2, pointe de 1 vers 2: force d'*attraction*.

Exemple. Quelle est la force gravitationnelle entre la Terre ($m_T = 5.97\times10^{24}$ kg) et le Soleil ($m_S = 2.00\times10^{30}$ kg), séparés de 1.50×10^{8} km?

12-5 Conservation de l'énergie

Énergie mécanique totale d'une particule de masse m, située à distance r du centre de la Terre:

$$E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{mM_E}{r}$$

Plus un objet approche la Terre, plus il va vite. Et quand il s'en éloigne, il ralentit. Typiquement, nous dirons qu'à l'infini, $U = 0$ et $v = 0$, d'où $K = 0$ et $E = 0$.

Chapitre 13, sections 13.1 à 6 sauf The Physical Pendulum de la section 13.6
Mouvement périodique, période, fréquence, ω

Force de rappel, oscillateur harmonique simple (OHS)
Position, vitesse et accélération d'un OHS
Énergie d'un OHS
Pendule simple. Le pendule composé n'est pas à l'examen.

Sec 13-1 Mouvement périodique

Début de notre études des ondes.

Mouvement périodique : se répète à toutes les T s.

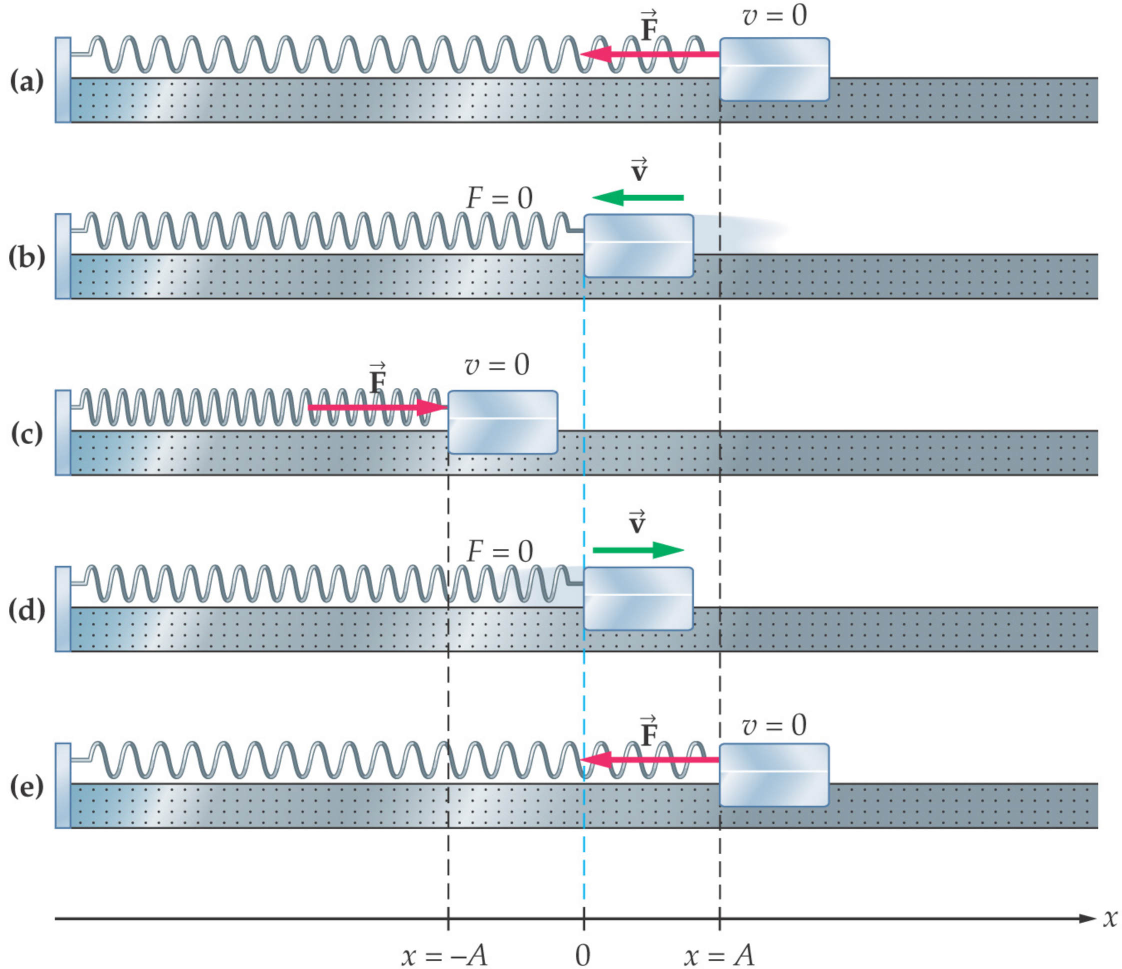
Période du mouvement : T (Unité SI: s)

Fréquence : $f = 1/T$ (13-1)
(Unité SI: 1/s = s^{-1} = hertz (Hz))

Exemple: Quelle est la fréquence de rotation de la Terre sur elle-même?

Force de rappel: $$F = -kx$$

Fig. 13-3



$t = 0$

$t = \frac{T}{4}$

$t = \frac{T}{2}$

$t = \frac{3T}{4}$

$t = T$

Sec. 13-3 Relation entre l'OHS et le mouvement circulaire uniforme

Excellente simulation pour cette section !

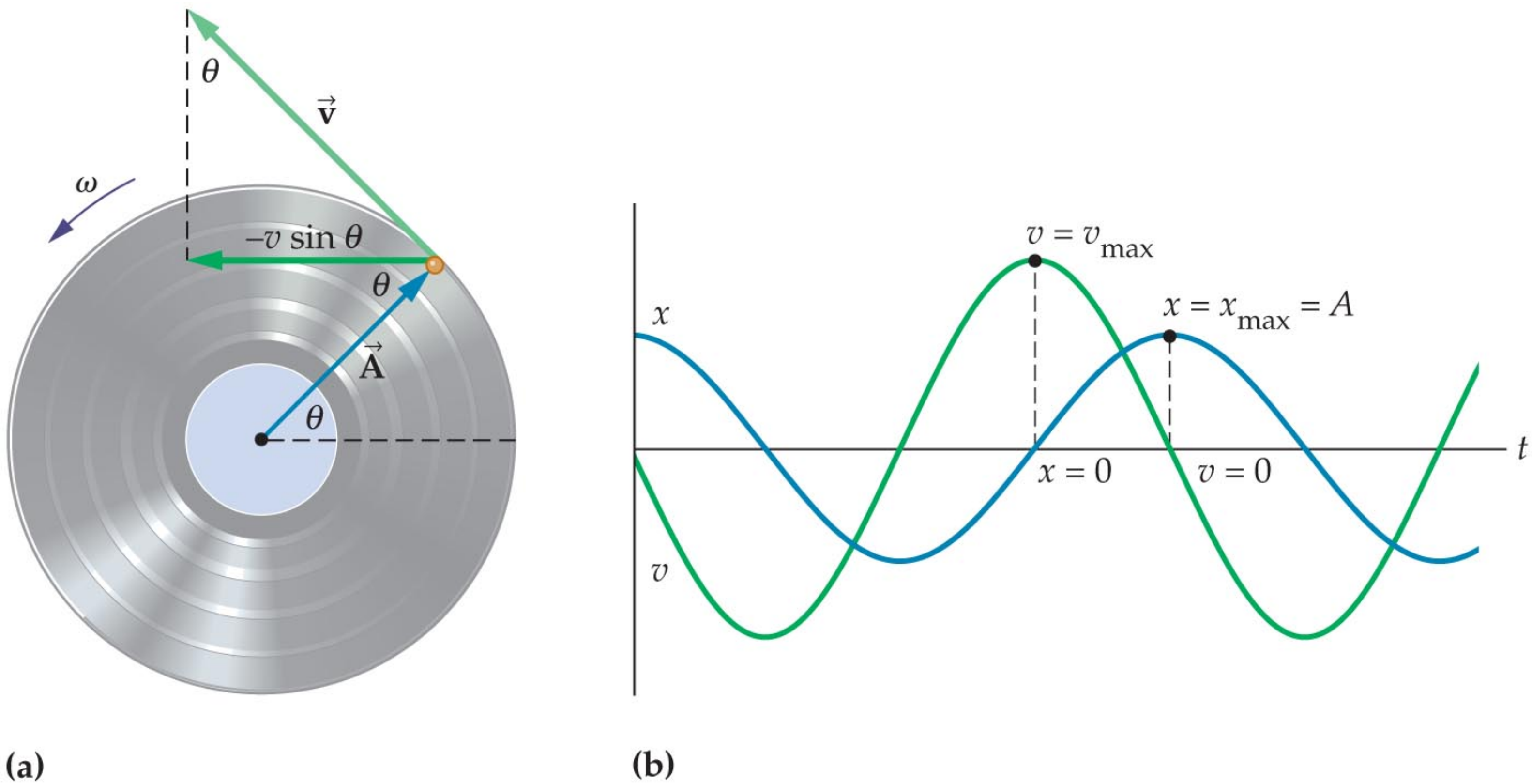
http://ngsir.netfirms.com/j/Eng/springSHM/springSHM_js.htm

La Fig. 13-5 permet de trouver $x(t)$ par la projection de la position sur l'axe x :

$$\theta = \omega t \qquad (13\text{-}3)$$

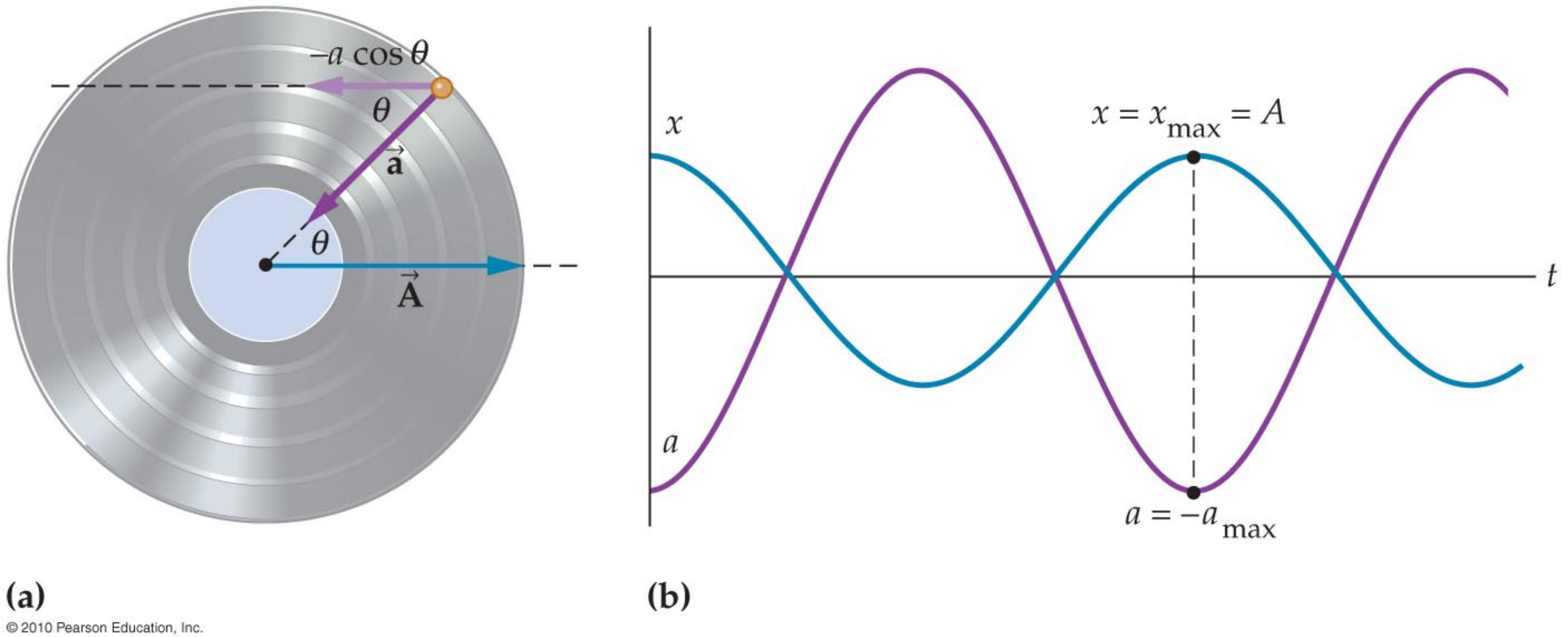
$$x = A\cos\theta = \underbrace{A}_{x_{\max}} \cos(\omega t) \qquad (13\text{-}4)$$

Fig. 13-9



$$v = -\underbrace{A\omega}_{v_{max}}\sin(\omega t) \qquad (13\text{-}6)$$

Fig. 13-10



$$a = -\underbrace{A\omega^2}_{a_{\max}}\cos(\omega t) \qquad (13\text{-}8)$$

Sec. 13-4 Période et fréquence d'un OHS

De la deuxième loi de Newton, on voit que $ma = -kx$ mène à

$$m[-A\omega^2 \cos(\omega t)] = -k[A \cos(\omega t)]$$

$$\omega^2 = k/m \qquad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad (13\text{-}10)$$

#13.44. Une masse de 0.85 kg est attachée à un ressort de constante 150 N/m et oscille avec une vitesse maximum de 0.35 m/s. Trouvez (a) la période, (b) l'amplitude, et (c) la valeur maximale de l'accélération.

Sec. 13-5 Énergie dans un OHS

L'énergie mécanique totale d'un système masse-ressort est donnée par

$$E = K + U = \tfrac{1}{2}mv^2 + \tfrac{1}{2}kx^2 \qquad (13\text{-}13)$$

Si $v = 0$, alors l'énergie totale est donnée par

$$U_{\max} = \tfrac{1}{2}kA^2 \qquad (13\text{-}15)$$

et à $x = 0$, nous obtenons

$$K_{\max} = \tfrac{1}{2}mA^2\omega^2 = \tfrac{1}{2}mA^2(k/m) = \tfrac{1}{2}kA^2 \qquad (13\text{-}16)$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}{}^2$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{(mg/L)}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad (13\text{-}20)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

Remarque: la période ne dépend pas de la masse!

sections 13.7, 8 et
Physical pendulum de la section 13.6 omises

Chapitre 14, sauf les sections 14.3,6,9

Ondes transversales et longitudinales

Longueur d'onde, fréquence, période, $v = \lambda f$

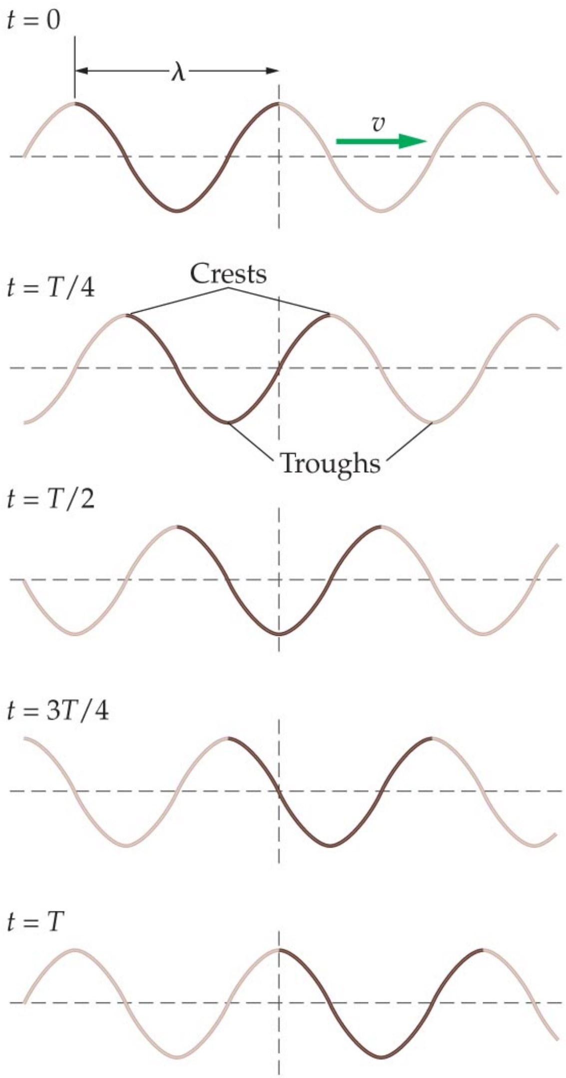
Vitesse d'une onde sur une corde, densité linéïque de masse

Ondes sonores. Intensité sonore, décibels.

Superposition d'ondes et interférence constructive et destructive.

Ondes stationnaires : corde, tuyaux ouverts et fermés à une extrémité

Fig. 14-7



$$v = \frac{\text{distance}}{\text{temps}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (14\text{-}1)$$

Sec. 14-2 Ondes sur une corde

P. 460 *Densité linéique de masse* $\mu = \dfrac{m}{L}$ (en kg/m)

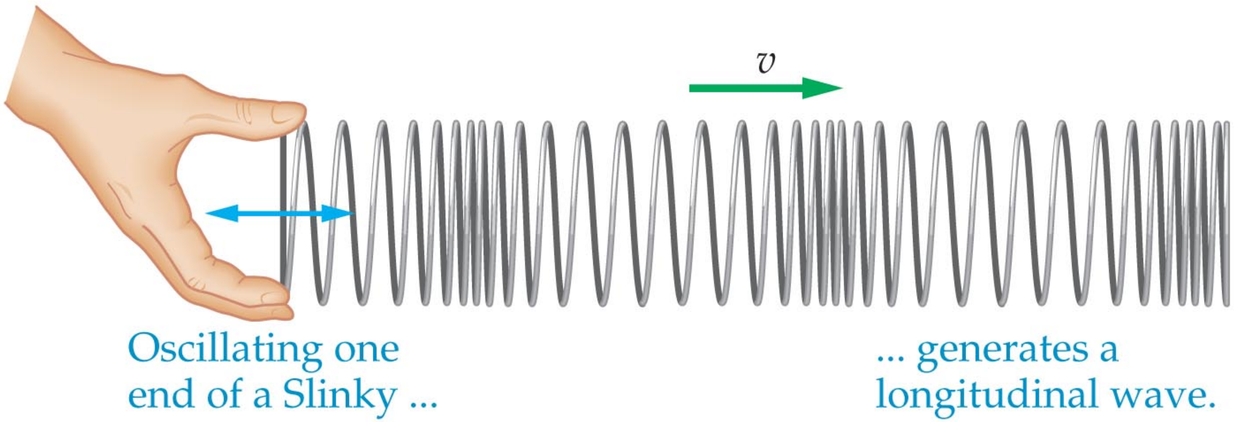
Vitesse d'une onde sur une corde

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \qquad (14\text{-}2)$$

F est la tension dans la corde.

Sec. 14-4 Ondes sonores

Ondes longitudinales, comme un Slinky, Fig. 14-12



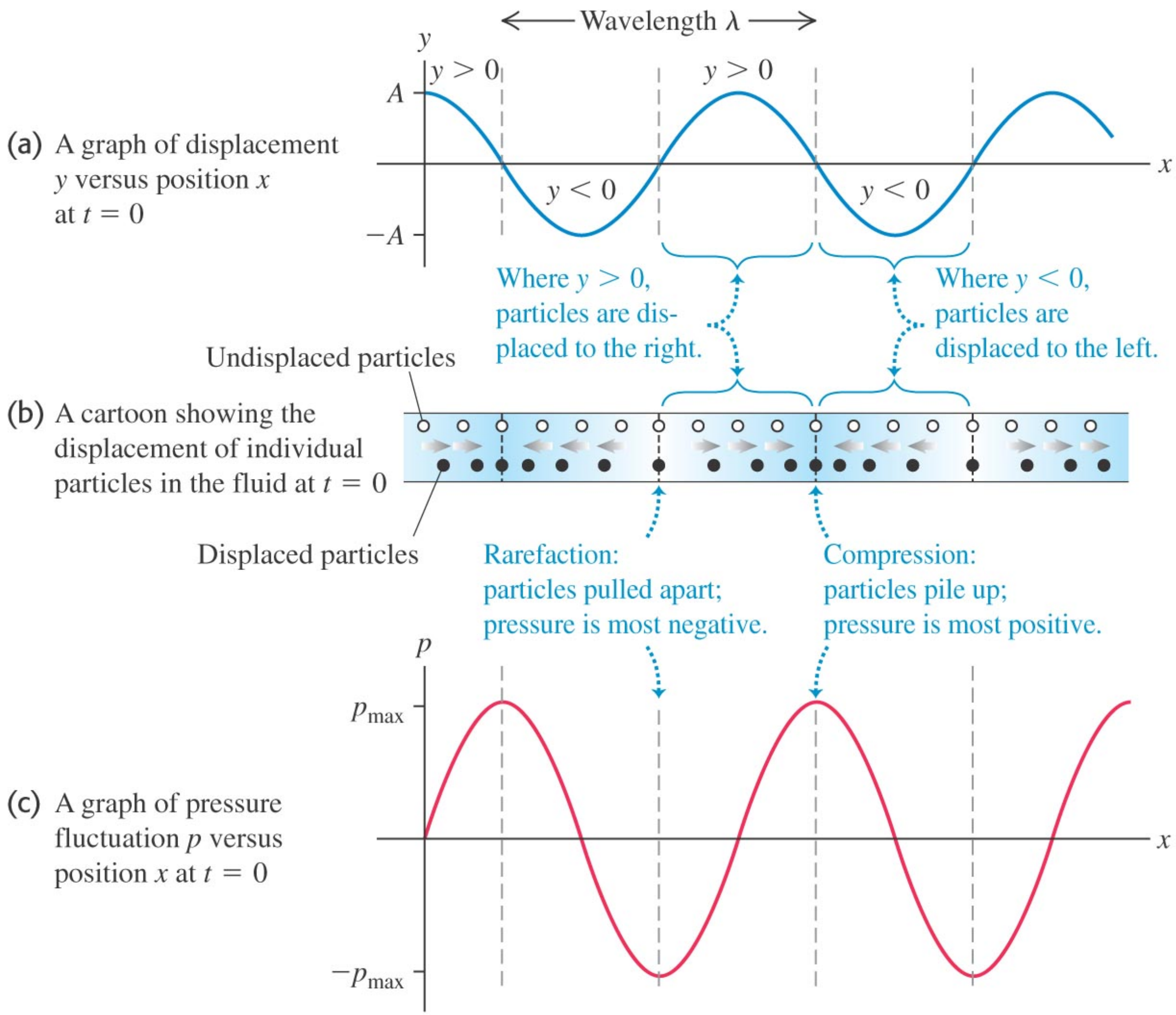
Vitesse du son dans l'air à 20 ° C : $v = 343\ \text{m/s}$

L'oreille humaine peut entendre 20 < f < 20 000 Hz.

Ondes *ultrasoniques*: f > 20 000 Hz

Ondes *infrasoniques*: f < 20 Hz

La *variation de pression* et le *déplacement des molécules* sont déphasés de 90 degrés:



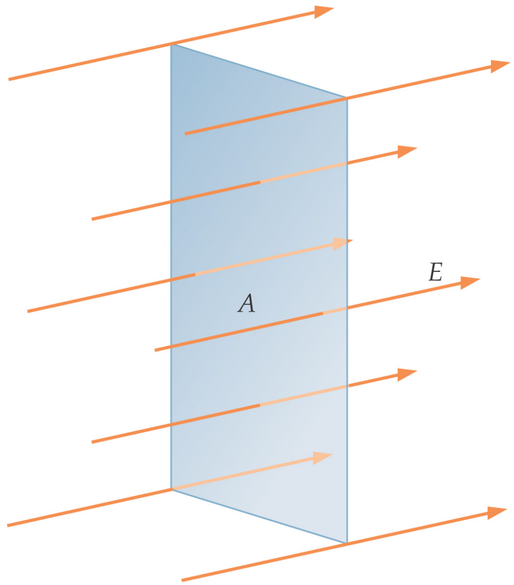
$y = 0 \Rightarrow p$ max

$p = 0 \Rightarrow y$ max

Sec. 14-5 Intensité sonore

Intensité = énergie par unité de surface par unité de temps

$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} \text{ (en W/m}^2\text{)} \qquad (14\text{-}5)$$



À une distance r d'une source ponctuelle, A est la surface d'une sphère, et $I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$

Niveau d'intensité sonore,décibels = une autre façon d'exprimer l'intensité sonore

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$ en décibels (dB), avec $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W/m^2}$

Si on connait β, on a la relation réciproque $I = I_0 \cdot 10^{\frac{\beta}{10}}$

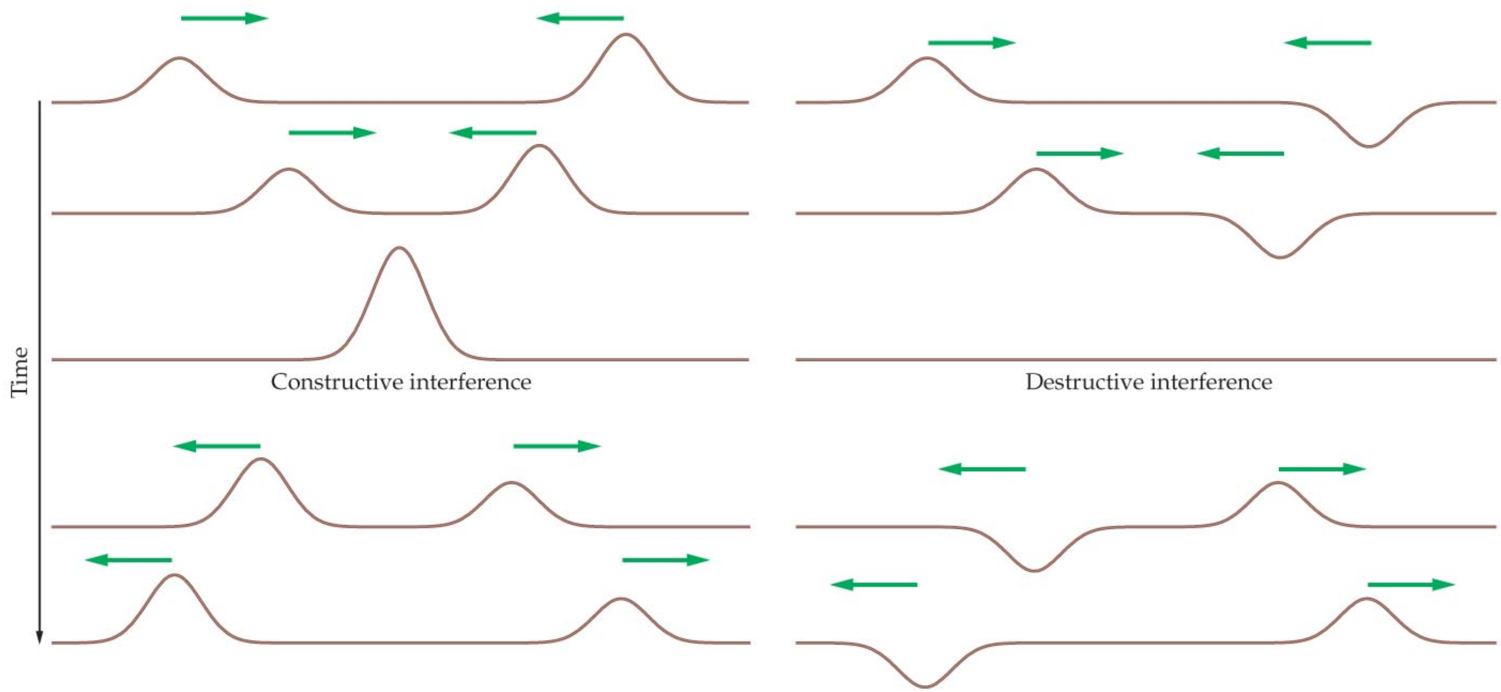
Exemple Si une personne entend deux sources, dont les intensités individuelles sont 82 dB et 84 dB, quelle est l'intensité totale? (Ça n'est pas 82 + 84 dB…)

Sec. 14-7 Superposition et interférence

Sous certaines conditions (linéarité...) on peut utiliser le principe de superposition: la combinaison de plusieurs ondes est la somme des ondes individuelles

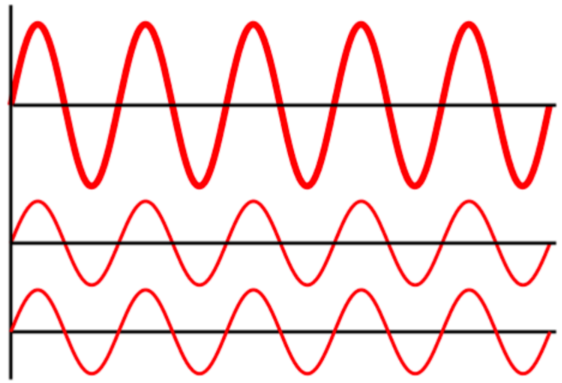
$$y = y_1 + y_2$$

Fig. 14-25



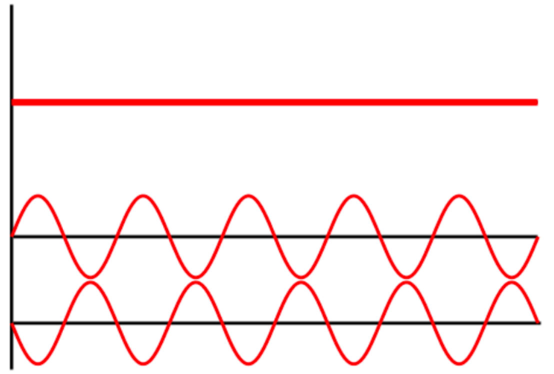
(a) Two waves combine constructively **(b)** Two waves combine destructively

Interférence constructive



$$\Delta d = 0, \lambda, 2\lambda, \ldots, m\lambda, \ldots$$

Interférence destructive



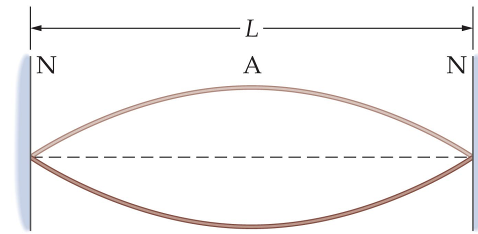
$$\Delta d = \lambda/2, 3\lambda/2, \ldots, (m+1/2)\lambda, \ldots$$

Δd est la différence de parcours entre les deux ondes.

Sec. 14-8 Ondes stationnaires

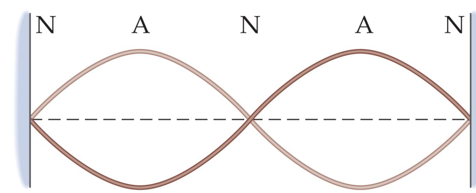
Sur une corde Fig. 14-30

Mode $n = 1$ $$\lambda_1 = \frac{2L}{1}$$



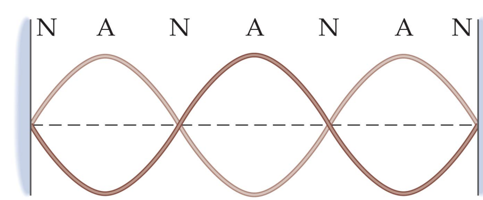
(a) First harmonic (fundamental)

Mode $n = 2$ $$\lambda_2 = \frac{2L}{2}$$



(b) Second harmonic

Mode $n = 3$ $$\lambda_3 = \frac{2L}{3}$$



(c) Third harmonic

Mode fondamental

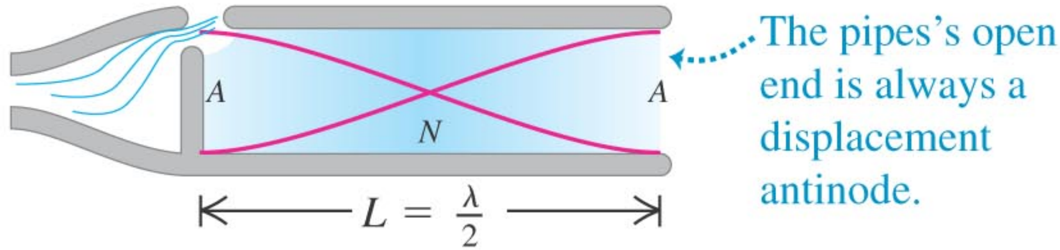
$$f_1 = \frac{v}{2L}, \qquad \lambda_1 = 2L \tag{14-12}$$

n-ième mode (n = 1, 2, 3, ...)

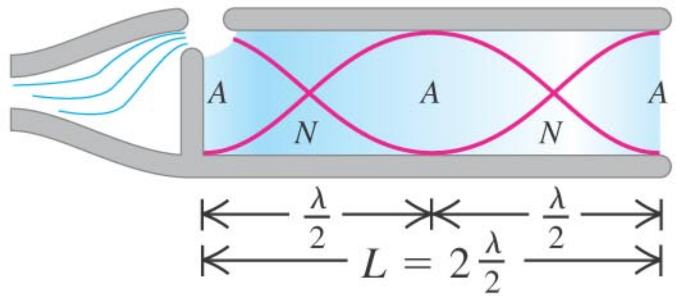
$$f_n = nf_1 = \frac{v}{2L}, \qquad \lambda_n = \frac{\lambda_1}{n} = \frac{2L}{n} \tag{14-13}$$

Tuyaux ouverts aux deux extrémités

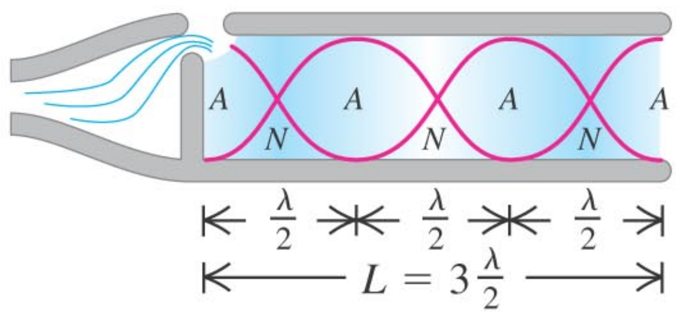
(a)
Fundamental: $f_1 = \dfrac{v}{2L}$



(b)
Second harmonic: $f_2 = 2\dfrac{v}{2L} = 2f_1$



(c)
Third harmonic: $f_3 = 3\dfrac{v}{2L} = 3f_1$



Tuyaux ouverts

$\lambda_1 = 2L$ $\qquad$ $f_1 = v/2L$

$\lambda_2 = 2L/2$ $\qquad$ $f_2 = 2v/2L$

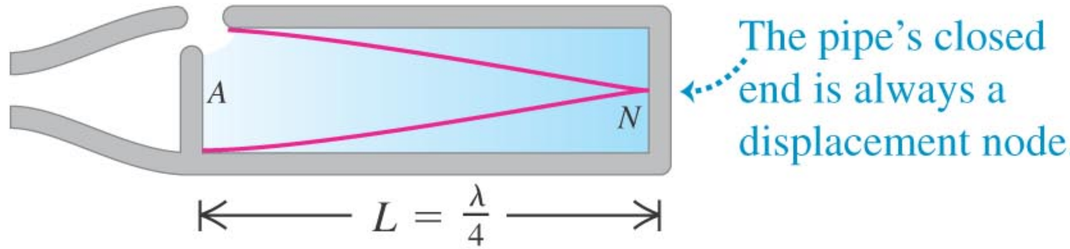
$\lambda_3 = 2L/3$ $\qquad$ $f_3 = 3v/2L$

$\lambda_n = 2L/n$ $\qquad$ $f_n = nv/2L = n\, f_1$ $\qquad$ (14-15)

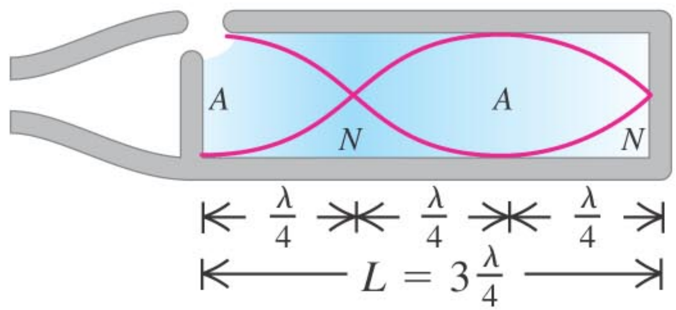
$(n = 1, 2, 3, \ldots)$

Tuyaux fermés à une extrémité

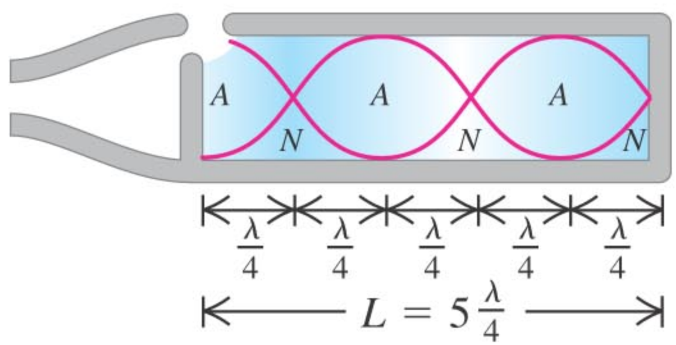
(a)
Fundamental: $f_1 = \frac{v}{4L}$



(b)
Third harmonic: $f_3 = 3\frac{v}{4L} = 3f_1$



(c)
Fifth harmonic: $f_5 = 5\frac{v}{4L} = 5f_1$



Tuyaux fermés

$\lambda_1 = 4L$

λ_2 non défini

$\lambda_3 = 4L/3$

$\lambda_n = 4L/n$
(n impair)

$f_1 = v/4L$

f_2 non défini

$f_3 = 3v/4L$

f_4 non défini

$f_5 = 5v/4L$

$f_n = nv/4L = n\, f_1$ (14-14)
($n = 1, 3, 5, \ldots$)

Chapitre 25, omis
Juste un rappel que la lumière consiste en ondes électromagnétiques

Chapitre 28, sections 28.1-2
Superposition et interférence (constructive = max, destructive = min)
Expérience à deux fentes de Young

Section 25-2 Propagation d'ondes EM

Vitesse de la lumière dans le vide

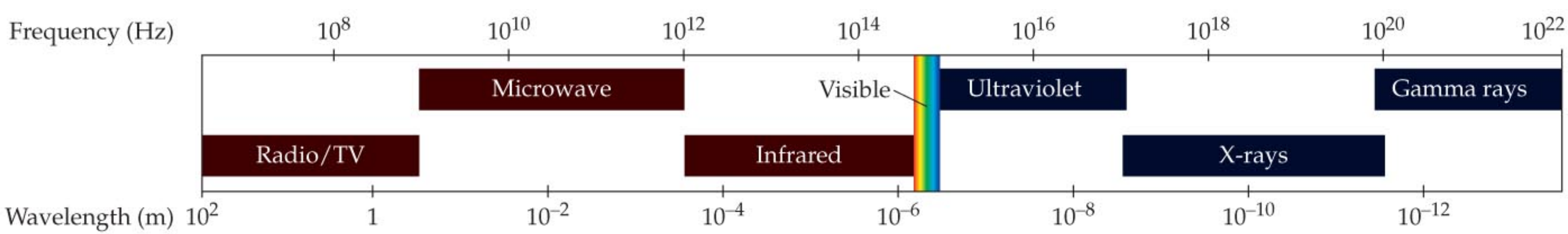
$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s} \cong 3\times10^{8} \text{ m/s} \qquad (25\text{-}1)$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} \qquad (25\text{-}2)$$

$$\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N m}^2) \qquad (19\text{-}12)$$

$$\mu_0 = 4\pi\times10^{-7} \text{ T m/A} \qquad (22\text{-}8)$$

Section 25-3 Spectre EM



Interférence constructive, max

$$\ell_2 - \ell_1 = m\lambda \qquad\qquad m = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$

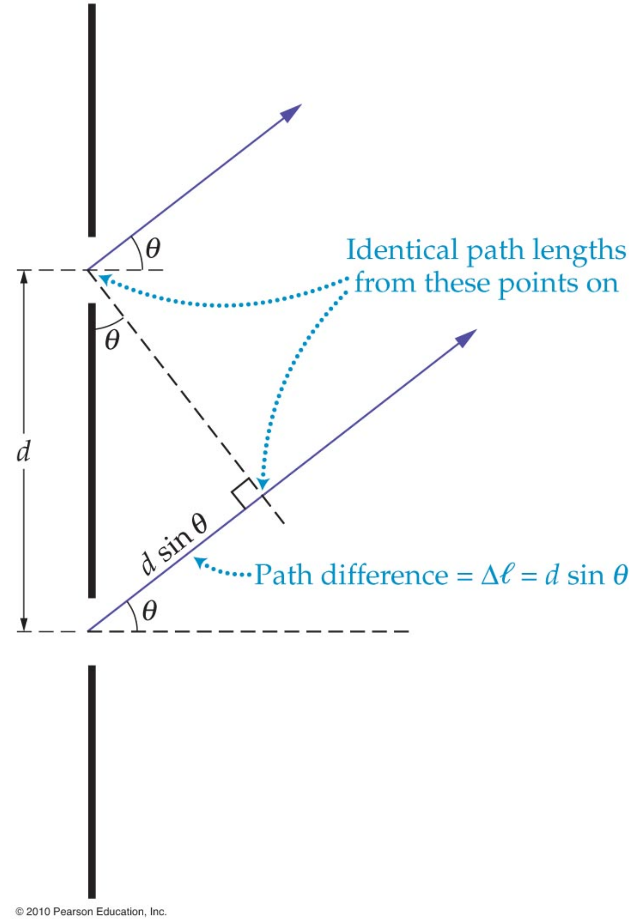
Interférence destructive, min

$$\ell_2 - \ell_1 = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda \qquad\qquad m = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$

Interférence dans le temps et l'espace

$$\frac{\Delta\phi}{2\pi} = \frac{\Delta\ell}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}$$

Fig. 28-7



Différence de parcours

$$\Delta\ell = d\sin\theta$$

Voir la simulation

http://www.walter-fendt.de/html5/phen/doubleslit_en.htm

Interférence constructive, max, franges brillantes

$$d \sin\theta = m\lambda \qquad\qquad m = 0, \pm 1, \pm 2, ... \qquad\qquad (28\text{-}1)$$

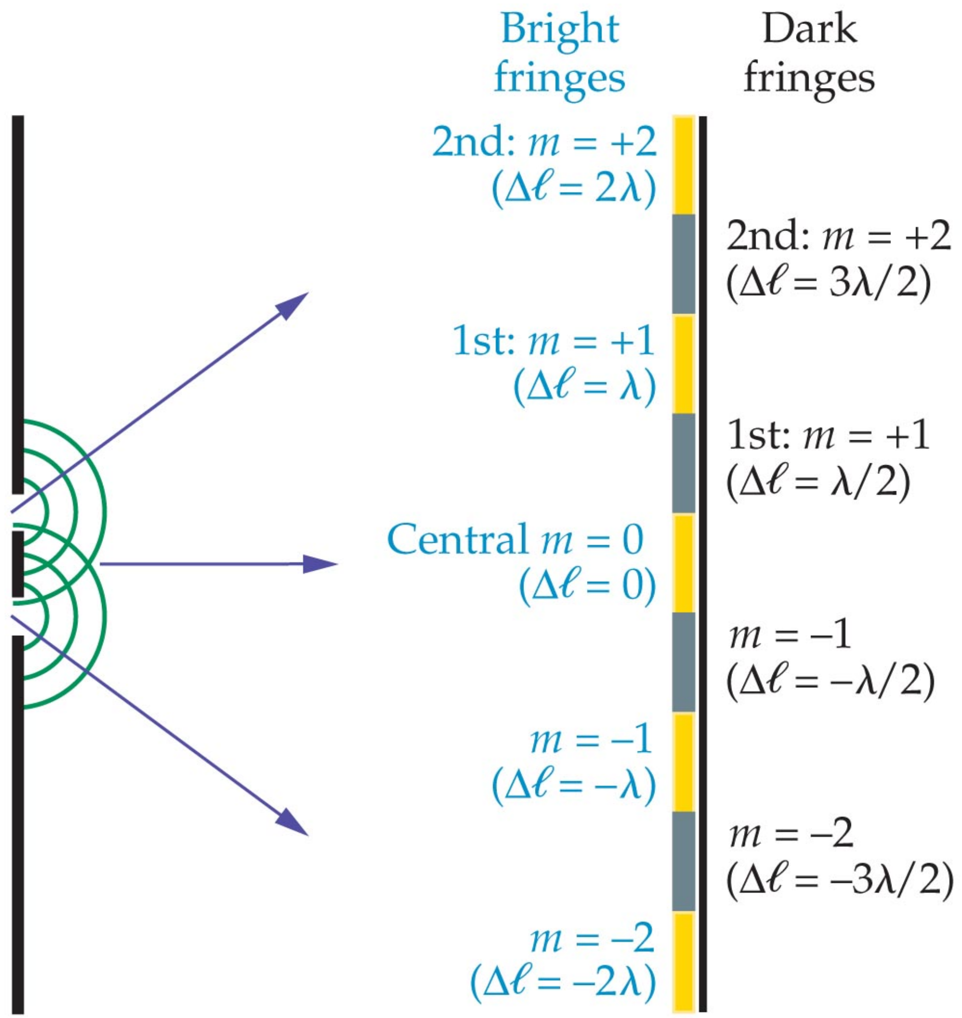
$$= 0, \pm\lambda, \pm 2\lambda, \pm 3\lambda, ...$$

Interférence destructive, min, franges sombres

$$d \sin\theta = \left(m - \frac{1}{2} \right) \lambda \qquad\qquad m = 0, \pm 1, \pm 2, ... \qquad\qquad (28\text{-}2)$$

$$= \pm\frac{\lambda}{2}, \pm\frac{3\lambda}{2}, \pm\frac{5\lambda}{2}, ...$$

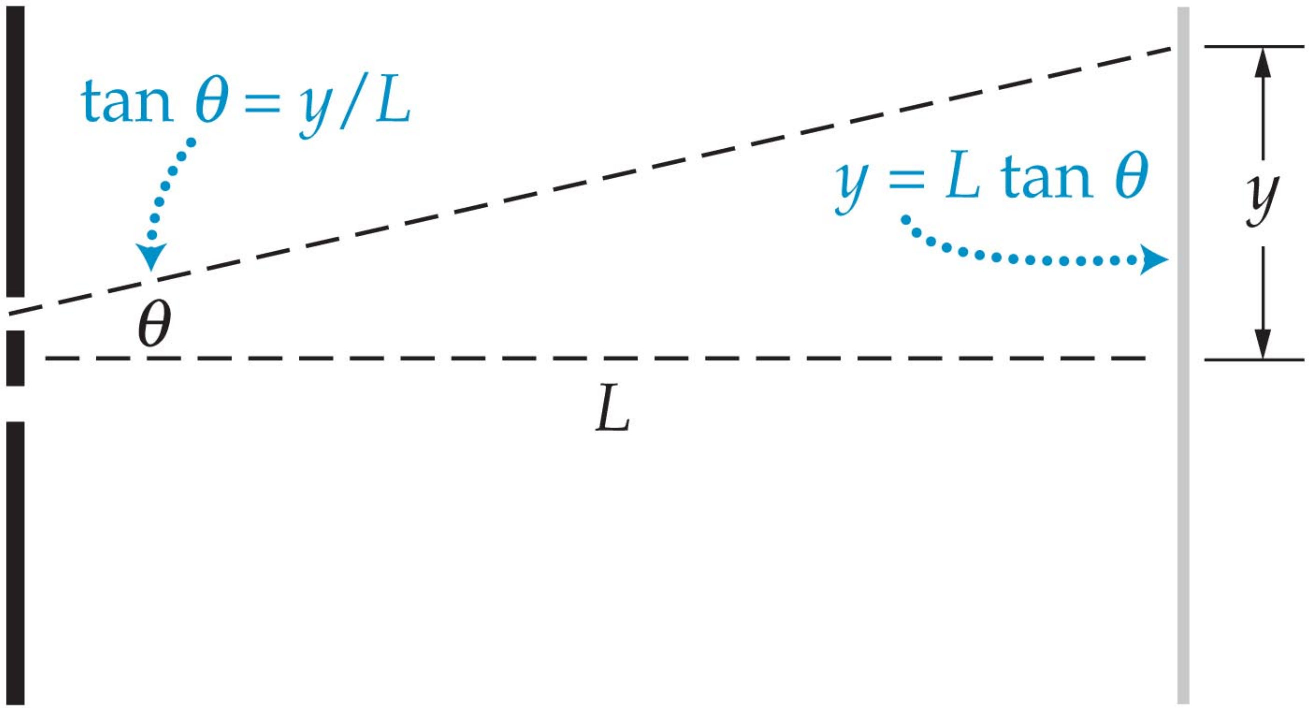
Fig. 28-8



Bright fringes
Dark fringes
2nd: $m = +2$ ($\Delta\ell = 2\lambda$)
2nd: $m = +2$ ($\Delta\ell = 3\lambda/2$)
1st: $m = +1$ ($\Delta\ell = \lambda$)
1st: $m = +1$ ($\Delta\ell = \lambda/2$)
Central $m = 0$ ($\Delta\ell = 0$)
$m = -1$ ($\Delta\ell = -\lambda/2$)
$m = -1$ ($\Delta\ell = -\lambda$)
$m = -2$ ($\Delta\ell = -3\lambda/2$)
$m = -2$ ($\Delta\ell = -2\lambda$)

Fig. 28-9   montre que

$$y = L\tan\theta \qquad \text{(28-3)}$$



chapitre 30 omis