PHYSQ 124 révision, 5 décembre, 16h local 366

Examen final

Jeudi, 16 décembre, de 14h à 17h au gymnase FSJ

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

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

L’aide-mémoire est 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 16 décembre 2021

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.

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

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

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

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

$$\vec{I} = \vec{F}_{\mathrm{av}}\Delta t = \Delta\vec{p} \qquad \vec{p} = m\vec{v} \qquad \vec{P}_i = \vec{P}_f$$

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

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

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

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

$$L = I\omega = rp_\perp = r_\perp p = rp\sin\theta \qquad \sum L_i = \sum L_f \qquad E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$x = A\cos(\omega t) \qquad v = -\omega A\sin(\omega t) \qquad a = -\omega^2 A\cos(\omega t) \qquad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

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

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

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

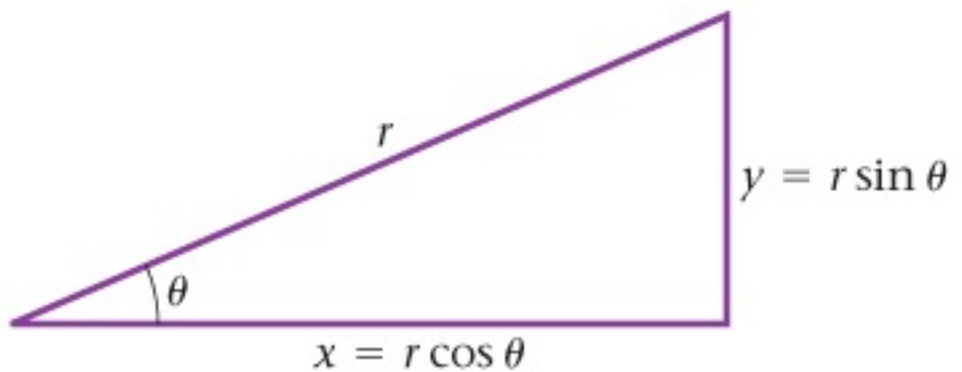
PHYSQ 124
Matière à l'examen final du jeudi 16 décembre 2021, Chapitres 9 à 11, 13, 14

Concepts de base : chapitres 2 à 8
Aucune question tirée de ces chapitres, mais les concepts de : vecteurs, vitesse relative, cinématique avec *a* constante et projectiles, lois de Newton et forces (poids, normale, friction, tension, ressorts, etc.), mouvement circulaire, travail et énergie, conservation d'énergie, etc. peuvent être requis pour 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)

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Loi des exposants:

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

$$\frac{1}{x^m} = x^{-m}$$

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

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

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:~~ $\log_a x = \dfrac{\log_b x}{\log_b a}$

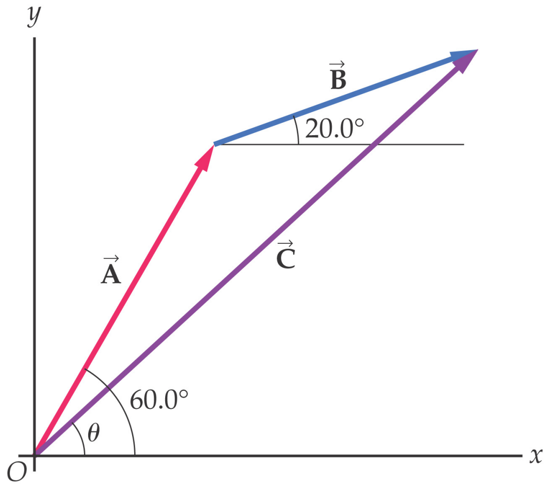
Sec. 2-5 Équation de cinématique à accélération constante

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

Vecteurs en physique



Section importante pour la suite du cours.
Faites de nombreux exercices!

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)

Chapitre 9, sauf les sections 9.3, 7, 8
quantité de mouvement et sa conservation
collisions 1D et 2D

Chapitre 9

Sec 9-1 Quantité de mouvement: $p = mv$

Sec 9-2 Lien avec la 2ème Loi de Newton

~~Sec 9-3 Impulsion:~~ $\cancel{I = \Delta p = p_f - p_i}$

Sec 9-4 Conservation de p

Sec 9-5,6 Collisions (élastiques, inélastiques, coefficient de restitution)

~~Sec 9-7 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. 9-4 Conservation de p

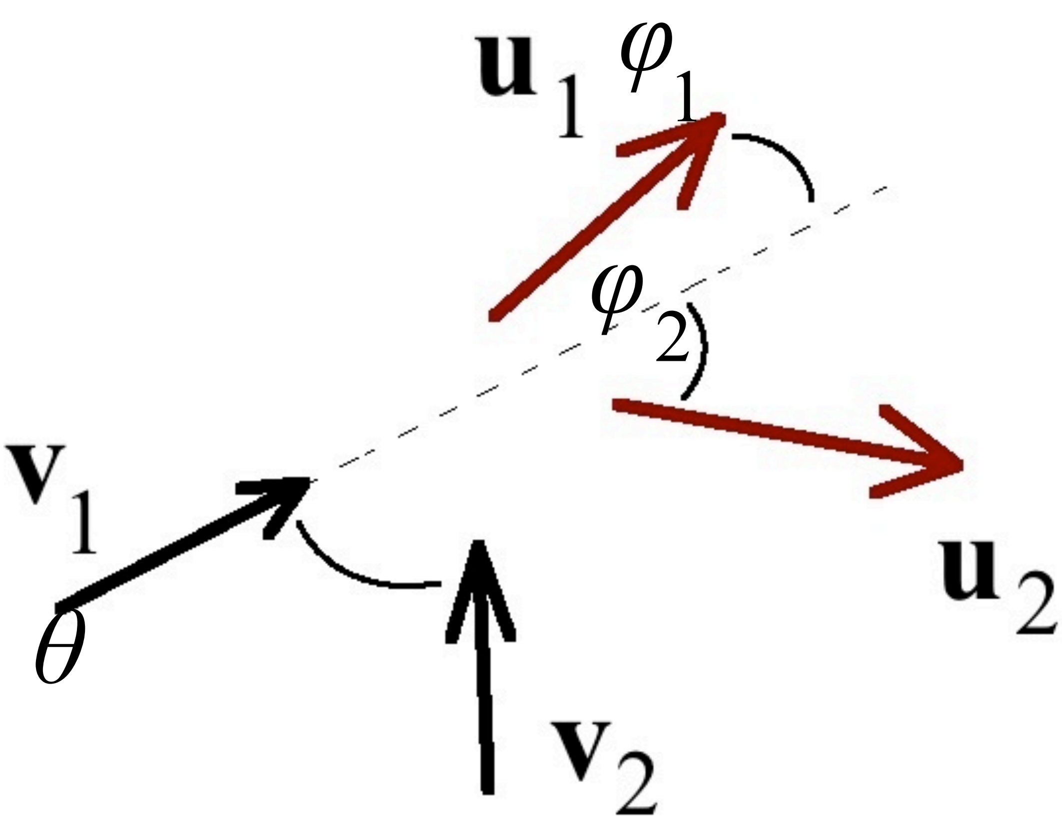
Rappel : Eq. (9-5)

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

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

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

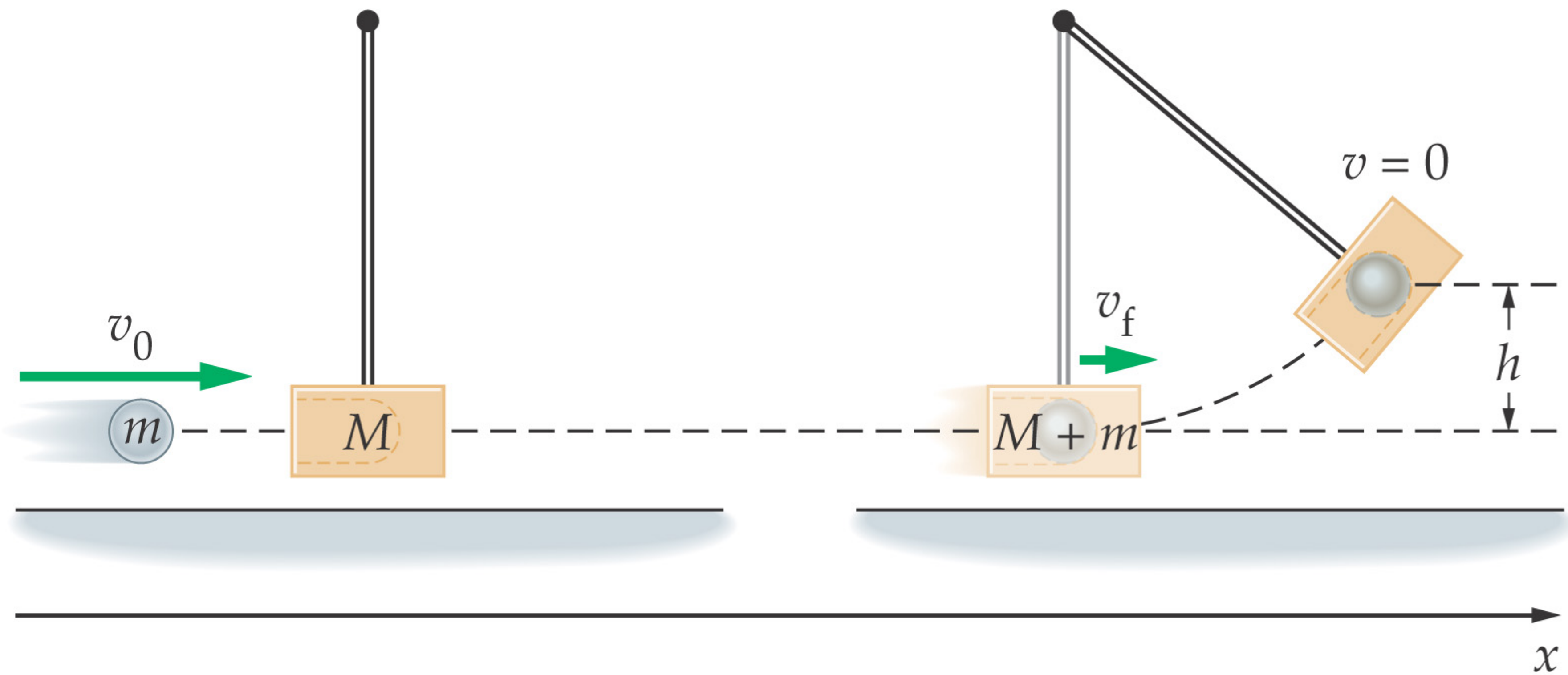
Exemple 2D semblable au laboratoire. Sachant que m_1 = 0.2 kg, m_2 = 0.15 kg, v_1 = 50 cm/s, v_2 = 75 cm/s, u_1 = 30 cm/s, θ = 50° et φ_1 = 25°, que valent u_2 et φ_2?



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



Chapitre 10

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

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

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

Chapitre 10

Sec 10-1 Position θ, vitesse ω et accélération α angulaires

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

Sec 10-3 Lien entre variables linéaires et angulaires

Sec 10-4 Roulement

Sec 10-5 Moment d'inertie et énergie cinétique de rotation

Sec 10-6 Conservation de l'énergie

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 $\quad I = \sum m_i r_i^{\,2} \quad$ (10-18)

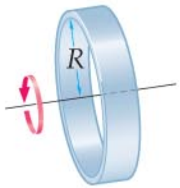
Objets continus $\quad I = \int r^2 \, dm = \int r^2 \rho(r) \, d^3 r$

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.

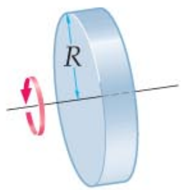
Tout comme la masse est une mesure de l'inertie de translation, *le moment d'inertie est une mesure de l'inertie de rotation*. I dépend de l'axe de rotation.

P. 316, Tableau 10-1

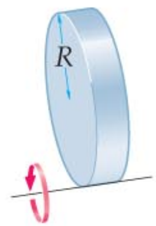
TABLE 10–1 Moments of Inertia for Uniform, Rigid Objects of Various Shapes and Total Mass *M*



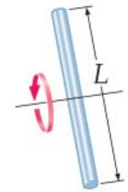
Hoop or cylindrical shell
$I = MR^2$



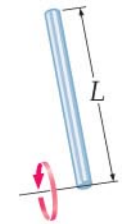
Disk or solid cylinder
$I = \frac{1}{2}MR^2$



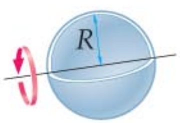
Disk or solid cylinder (axis at rim)
$I = \frac{3}{2}MR^2$



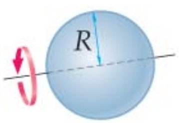
Long thin rod (axis through midpoint)
$I = \frac{1}{12}ML^2$



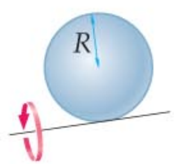
Long thin rod (axis at one end)
$I = \frac{1}{3}ML^2$



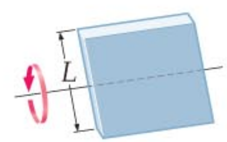
Hollow sphere
$I = \frac{2}{3}MR^2$



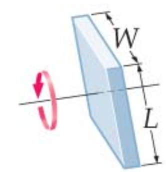
Solid sphere
$I = \frac{2}{5}MR^2$



Solid sphere (axis at rim)
$I = \frac{7}{5}MR^2$



Solid plate (axis through center, in plane of plate)
$I = \frac{1}{12}ML^2$



Solid plate (axis perpendicular to plane of plate)
$I = \frac{1}{12}M(L^2 + W^2)$

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

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

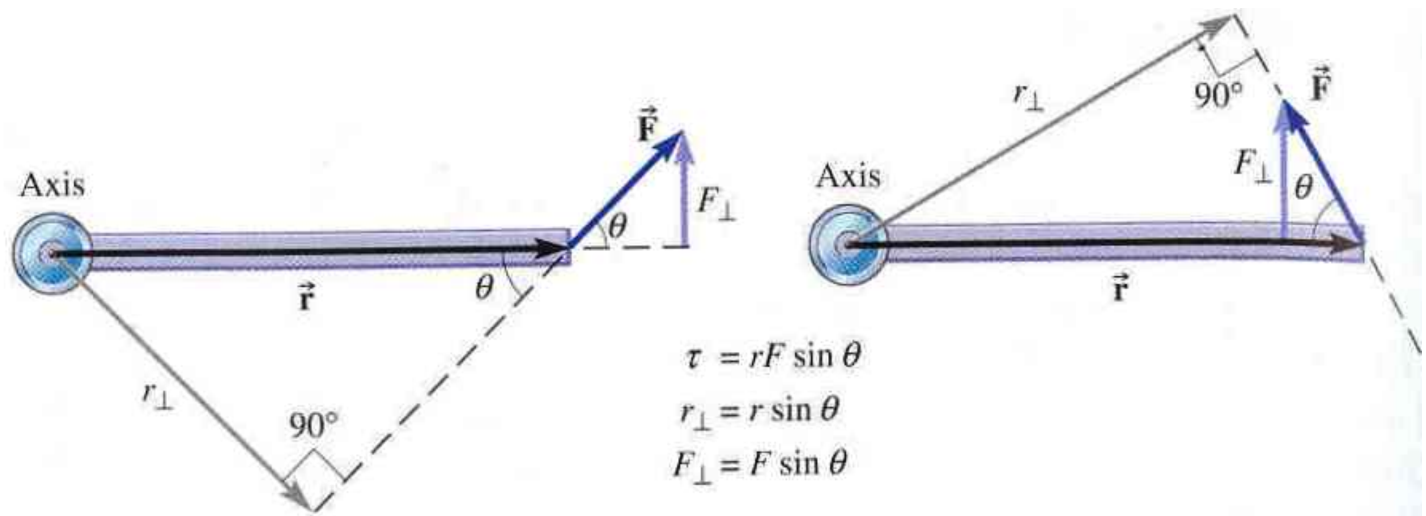
L'énergie potentielle U d'un objet étendu est déterminée par la position du *centre de masse.*

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 $L = rpsin\theta = r_{\perp}p = rp_{\perp}$, $L = I\omega$ et sa conservation

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

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

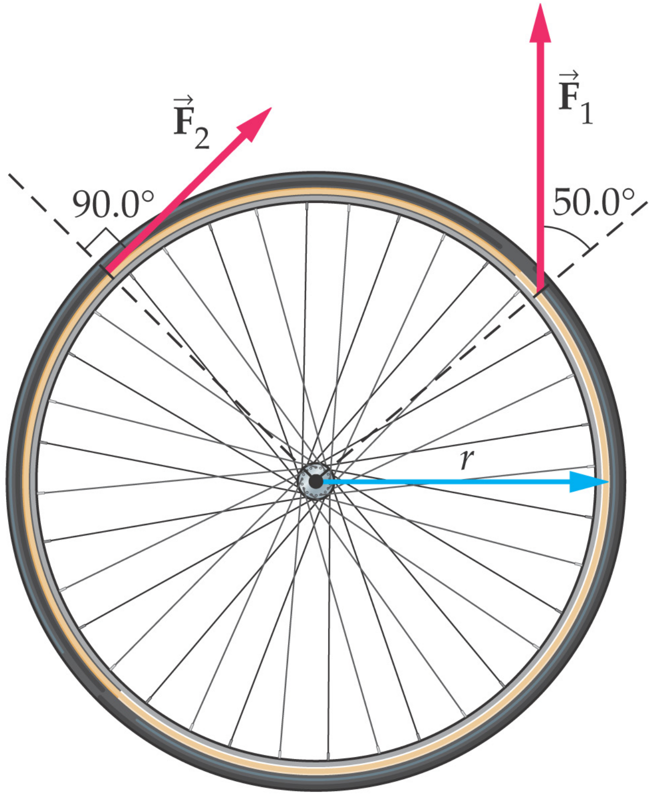
La valeur de τ sera la même.



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:

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

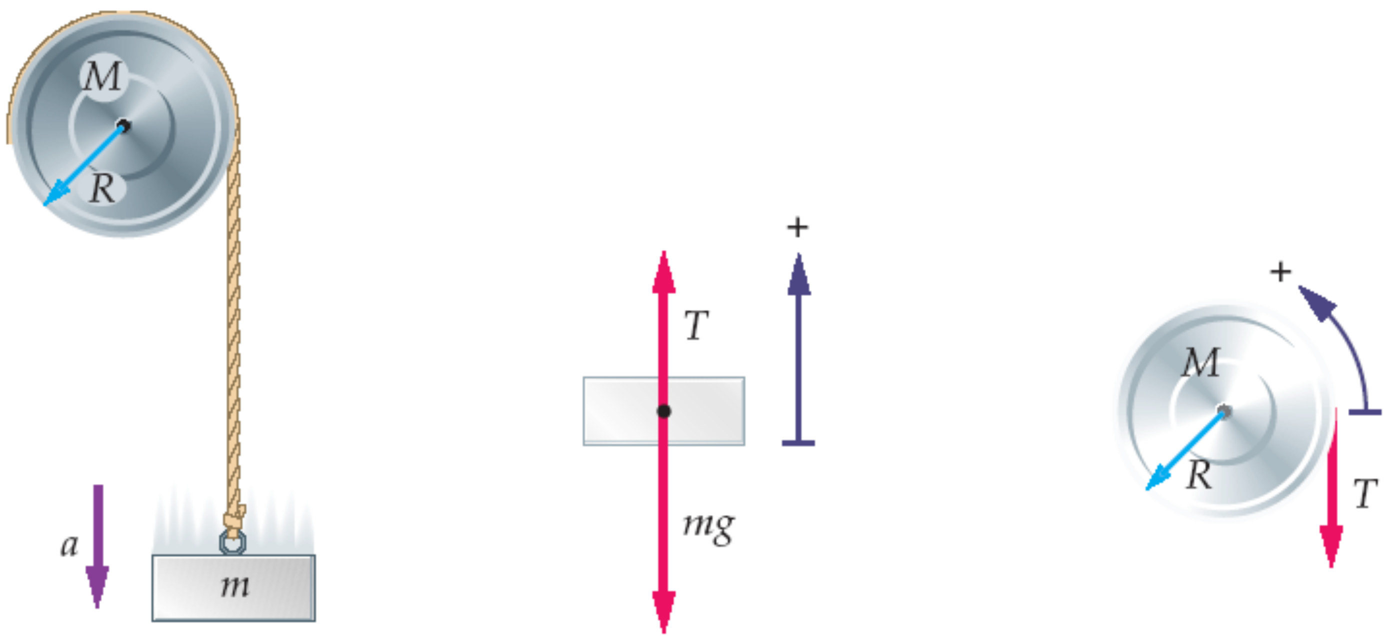
et

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

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.

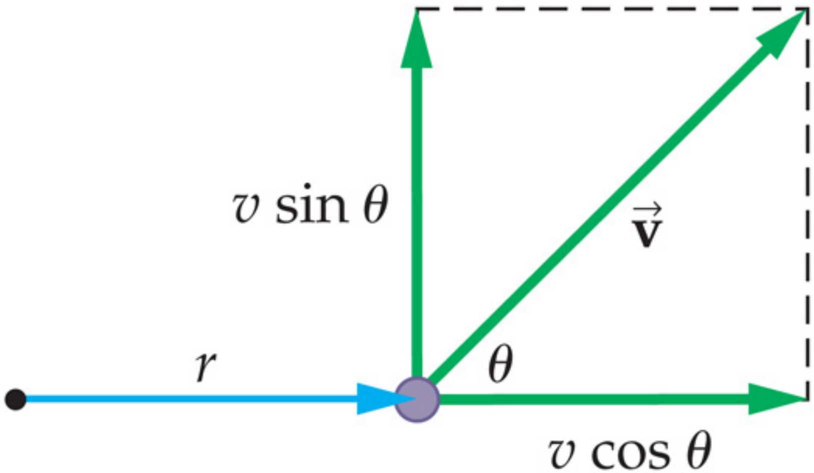
Unité SI: kg m^2/s

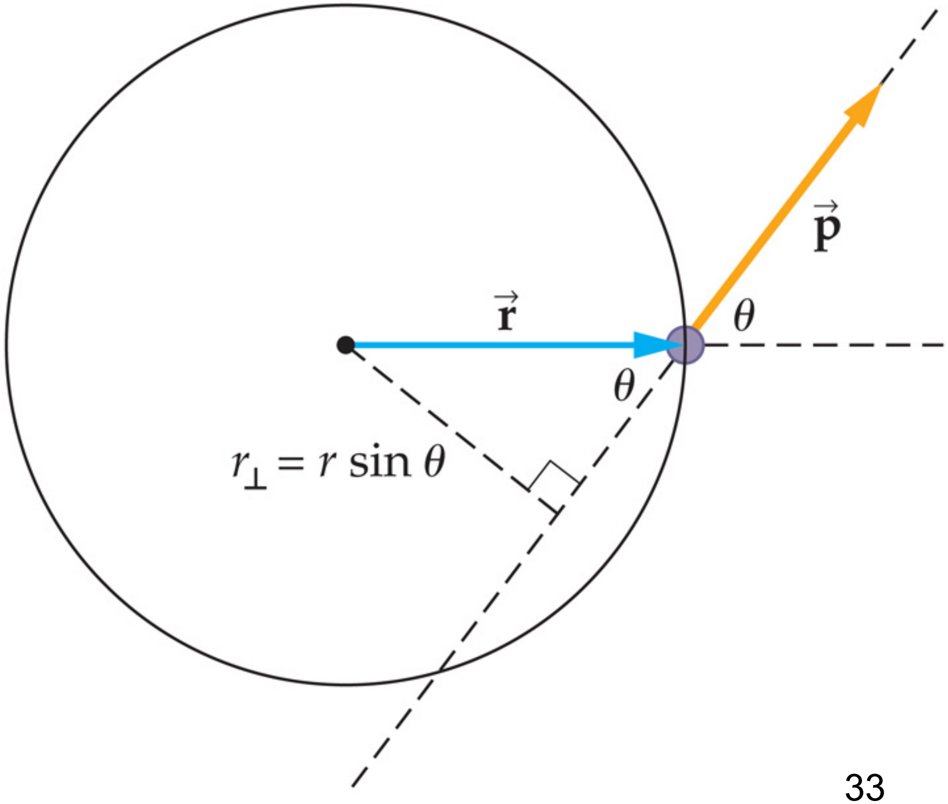
C'est l'analogue de la quantité de mouvement p.

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

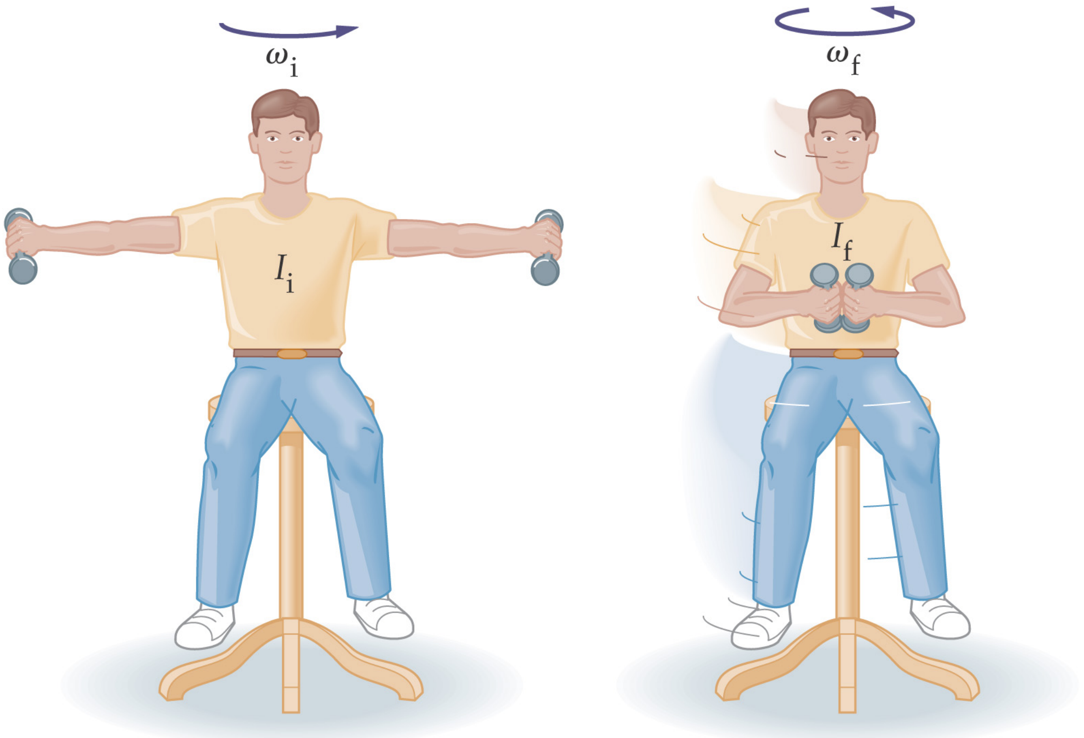




Sec. 11-7 Conservation du moment cinétique

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

$$L_{\mathrm{i}} = L_{\mathrm{f}} \qquad (11\text{-}15)$$



chapitre 12 omis

Chapitre 13, sections 13.1 à 6 sauf The Physical Pendulum dans 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 matière à examen.

Sec 13-1 Mouvement périodique

Début de notre études des ondes.

Mouvement périodique : se répète à toutes les T s.

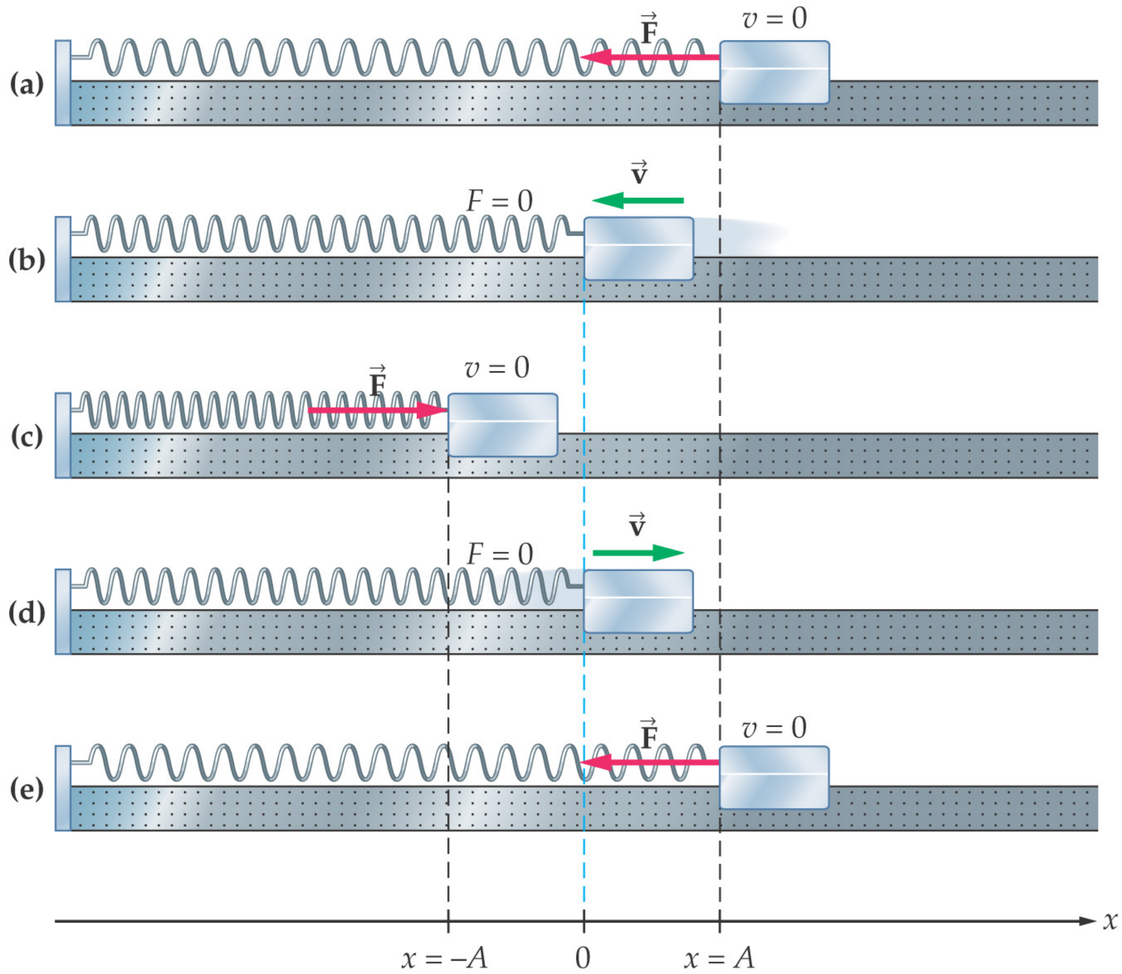
Période du mouvement : T (Unité SI: s)

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



$t = 0$

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

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

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

$t = T$

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

Excellente simulation pour cette section !

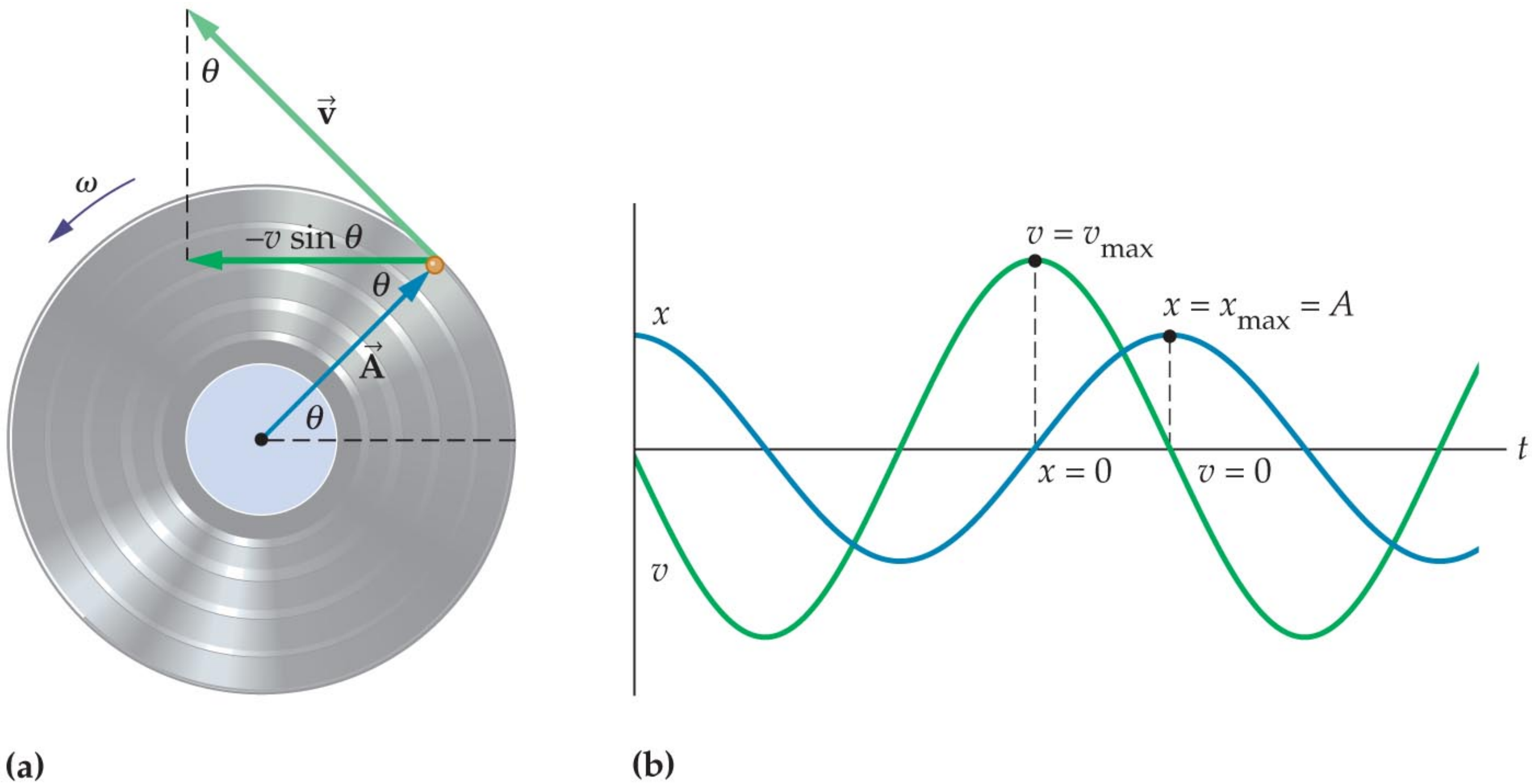
http://ngsir.netfirms.com/j/Eng/springSHM/springSHM_js.htm

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

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

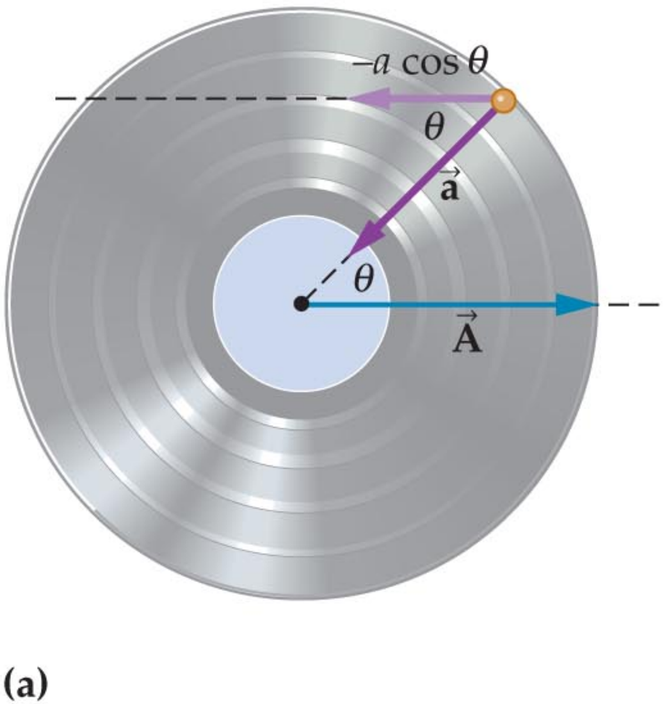
$$x = A\cos\theta = \underbrace{A}_{x_{\max}}\cos(\omega t) \qquad (13\text{-}4)$$

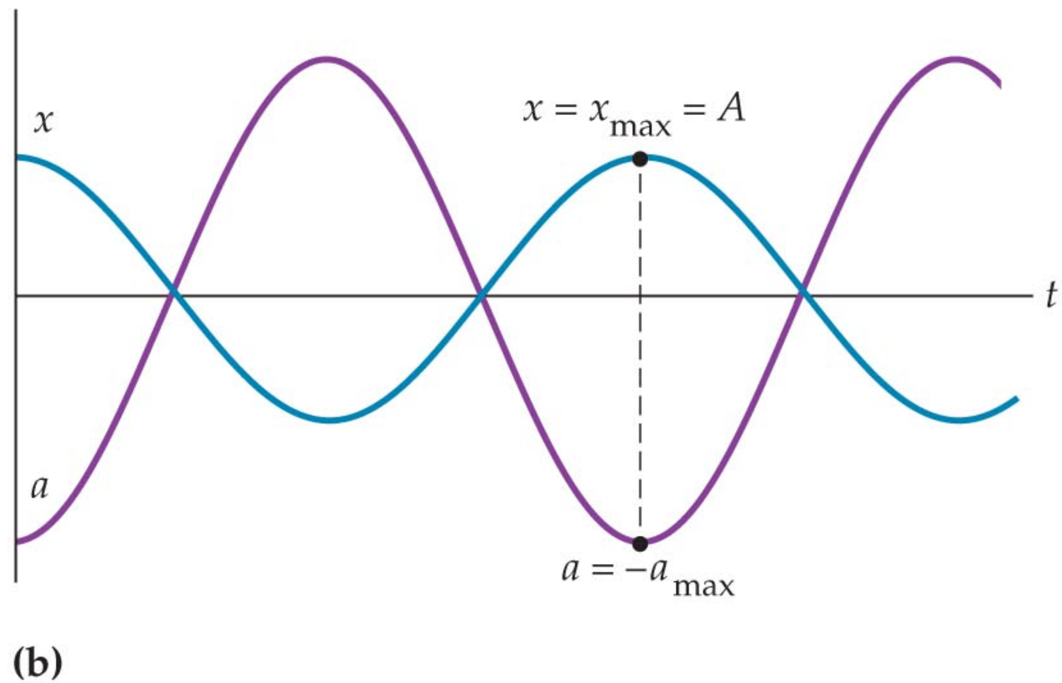
Fig. 13-9



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

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, sections 14.1, 2, 7
Ondes transversales et longitudinales
Longueur d'onde, fréquence, période, $v = \lambda f$
Vitesse d'une onde sur une corde, densité linéïque de masse
Superposition d'ondes et interférence constructive et destructive.

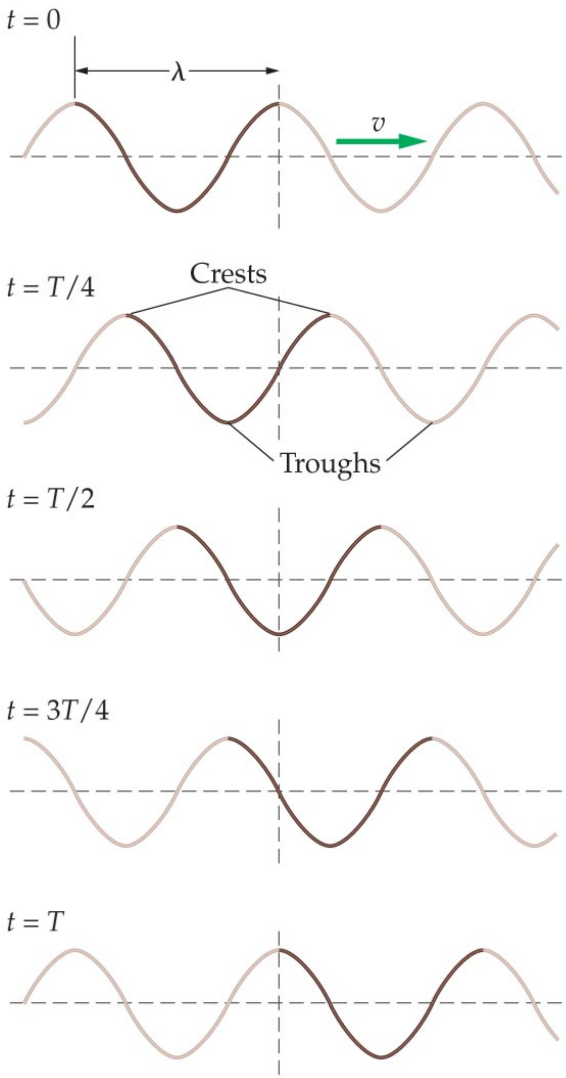
Sec. 14-1 Types d'ondes

Onde - perturbation qui transporte de l'énergie et de la quantité de mouvement.

Une onde est décrite par une *fonction d'onde*, qui représente: le déplacement transversal d'un point sur une corde (Sec. 14-2), le déplacement longitudinal d'un anneau de Slinky (Fig. 14-10), le déplacement transversal des points à la surface de l'eau (Fig. 14-3), la variation de pression d'ondes sonores (Sec. 14-4), l'amplitude des champs électriques et magnétiques (Chap. 25, 28), l'amplitude de probabilité en physique quantique (Chap. 30, PHYSQ 271), etc.

Attention! Ne pas confondre le mouvement de l'onde, et le mouvement des particules impliquées dans la perturbation.

Fig. 14-7



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

Question 14.3a Wave Motion I

Consider a wave on a string moving to the right, as shown below.

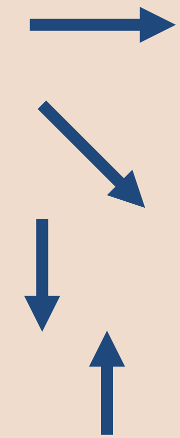
What is the direction of the velocity of a particle at the point labeled A ?

a)

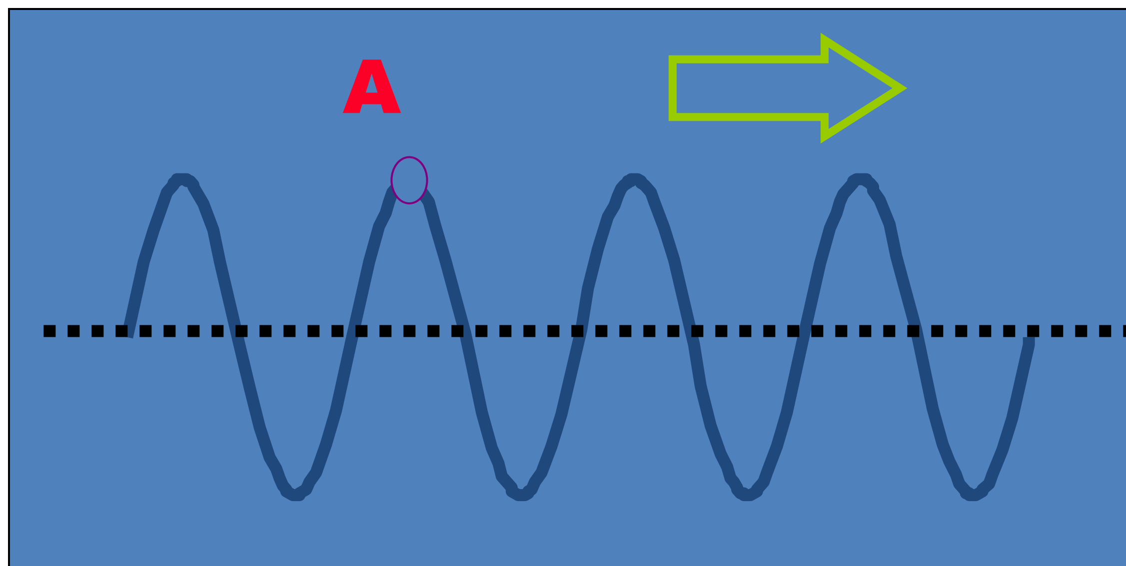
b)

c)

d)



e) zero



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

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

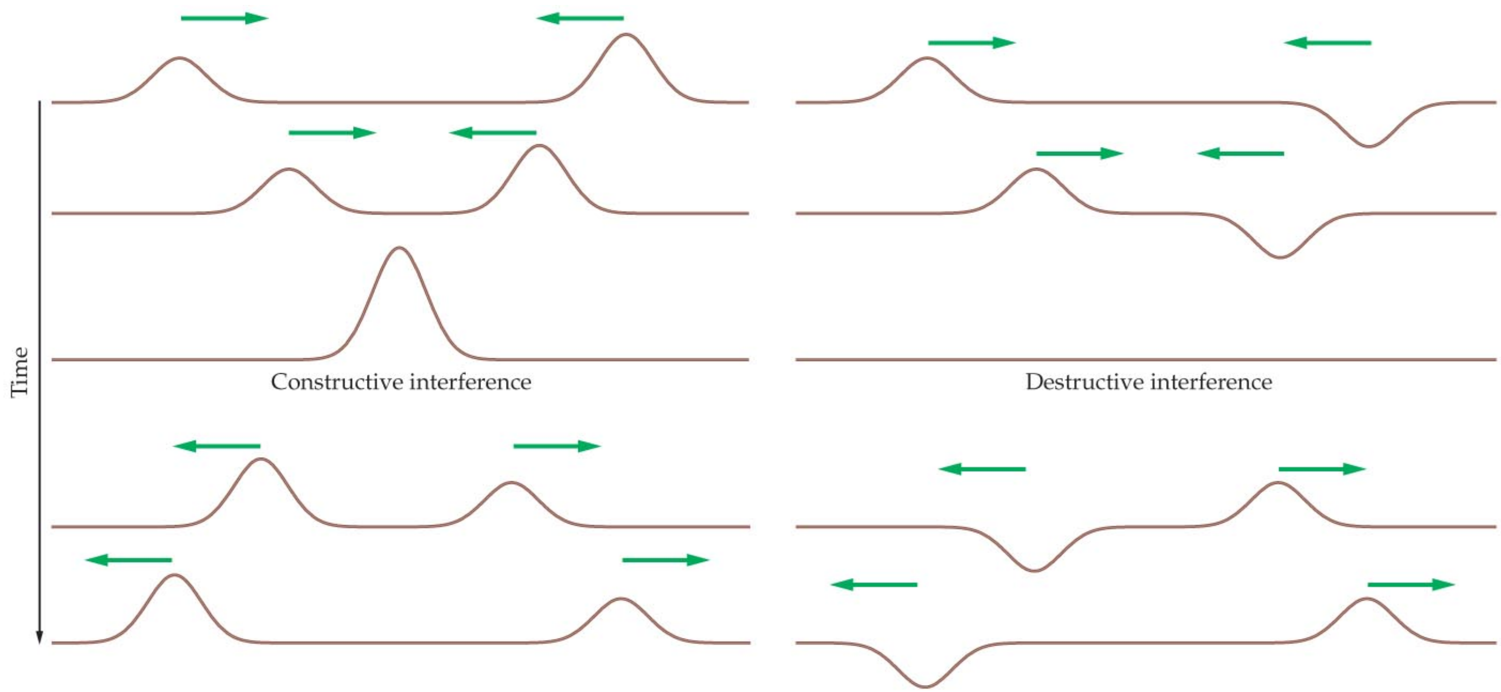
F est la tension dans la corde.

Sec. 14-7 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

$$y = y_1 + y_2$$

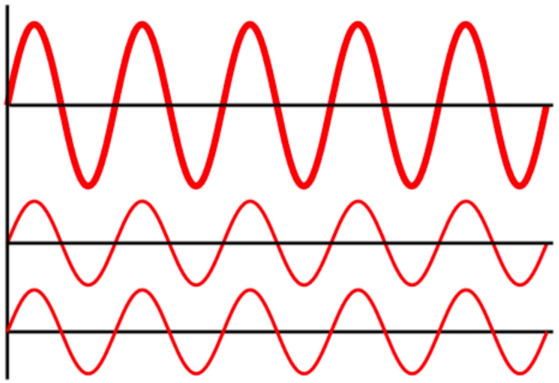
Fig. 14-25



(a) Two waves combine constructively

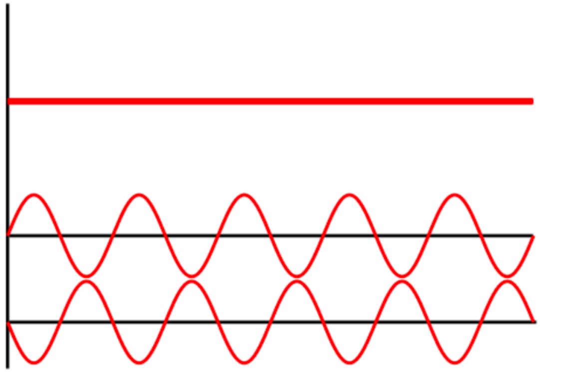
(b) Two waves combine destructively

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.

sections 14.3, 6, 8, 9

et

chapitres 28, 30 omis