

Physique Générale C – Formulaire

Version 1.2

Mis à jour le 27 octobre 2020

Cinématique

Vitesse moyenne	$\overline{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{\vec{s}_2 - \vec{s}_1}{t_2 - t_1}$
Vitesse instantanée	$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{s}'$
Accélération moyenne	$\overline{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$
Accélération instantanée	$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{v}'$
Vitesse angulaire	$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{r}$
Sens de $\vec{\omega}$	règle de la main droite.
Accélération angulaire	$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
Mouvement uniformément accéléré	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot (t - t_0)$ $\vec{s} = \vec{s}_0 + \vec{v}_0 \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} \vec{a} \cdot (t - t_0)^2$ $v^2 - v_0^2 = 2a(s - s_0)$
Accélération tangentielle	$a_T = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt} = r \alpha$
Accélération centripète	$a_c = \frac{v^2}{r} = r \omega^2$
Accélération totale	$ a_{\text{tot}} = \vec{a}_c + \vec{a}_T $
Fréquence	$f = \frac{\omega}{2\pi}$
Période	$T = \frac{1}{f}$
Troisième loi de Kepler	$\frac{r_{SP}^3}{T^2} = \frac{GM_S}{4\pi^2}$

Basé au formulaire PGA ; modifié pour PGC 11P090 en Septembre 2020.

Forces et énergie

Position du centre de masse	$\vec{s}_{\text{cm}} = \frac{\sum_i m_i \vec{s}_i}{\sum_i m_i}$
Quantité de mouvement	$\vec{p} = m \vec{v}$
Deuxième loi de Newton	$\sum \vec{F} = m \vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$
Moment d'une force	$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
Moment d'inertie	$I_\omega = \int r^2 dm = \int r^2 \rho dV$
<ul style="list-style-type: none"> • d'une masse ponctuelle 	$I_\omega = m r^2$
<ul style="list-style-type: none"> • d'un disque ou d'un cylindre de rayon r 	$I_\omega = \frac{1}{2} m r^2$
<ul style="list-style-type: none"> • d'un anneau ou d'un tube vide de rayon r 	$I_\omega = m r^2$
<ul style="list-style-type: none"> • d'une sphère pleine de rayon r 	$I_\omega = \frac{2}{5} m r^2$
<ul style="list-style-type: none"> • d'une sphère creuse de rayon r 	$I_\omega = \frac{2}{3} m r^2$
<ul style="list-style-type: none"> • d'une barre de longueur L (axe perpendiculaire à la barre, passant par son milieu) 	$I_\omega = \frac{1}{12} m L^2$
Moment cinétique	$\vec{L} = I_\omega \vec{\omega} = \vec{r} \times \vec{p}$
Moment de force et accélération angulaire	$\vec{\tau} = I_\omega \vec{\alpha} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
Travail de A à B	$W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s}$
Travail de A à B, force constante	$W = \vec{F} \cdot \vec{s}_{AB}$
Énergie cinétique de translation	$E_c = \frac{1}{2} m v^2$
Énergie cinétique de rotation	$E_c = \frac{1}{2} I_\omega \omega^2$
Théorème de l'énergie cinétique	$W = \Delta E_c$
Énergie mécanique	$E_m = E_p + E_c$
Puissance	$P = \frac{\delta W}{\delta t}$
	Si \vec{F} est constante, $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

Force gravitationnelle	$F_g = \frac{G M m}{r^2}$
Force gravitationnelle sur Terre	$\vec{F}_W = m \vec{g}, g = \frac{G M_{\text{Terre}}}{r_{\text{Terre}}^2}$
Énergie potentielle gravitationnelle	$E_p = -\frac{GMm}{r}$
Énergie potentielle gravitationnelle sur Terre	$E_p = m g h$
Force exercée par un ressort	$\vec{F} = -k \vec{x}$
Mouvement harmonique	$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$
Fréquence angulaire d'oscillation d'une masse attachée à un ressort	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
Énergie potentielle d'un ressort	$E_p = \frac{1}{2} k x^2$
Force de frottement statique	$F_s \leq \mu_s N = F_s^{\max}$
Force de frottement cinématique	$F_c = \mu_c N$

Gaz et liquides

Pression	$P = F_{\perp} / A$
<hr/>	
Théorie cinétique des gaz, gaz monoatomique	
• Vitesse quadratique moyenne des molécules	$v_{\text{qm}} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3k_{\text{B}} T}{m}}$
• Énergie cinétique moyenne des molécules	$\overline{E_c} = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} k_{\text{B}} T$
• Lien entre pression et vitesse	$P = \frac{2}{3} n \overline{E_c} = \frac{1}{3} n m \overline{v^2}$
<hr/>	
Équation d'état des gaz parfaits	$P V = n R T$
<hr/>	
Constante des gaz parfaits	$R = N_{\text{A}} k_{\text{B}}$
<hr/>	
Humidité relative	$\text{HR} = \frac{P_{\text{eau}}}{P_{\text{sat}}^{\text{eau}}}$
<hr/>	
Contrainte mécanique	$\sigma = \frac{\gamma}{e} = \frac{F}{L e}$

Mécanique des fluides

Pression hydrostatique	$P = \rho g h$
<hr/>	
Force d'Archimède	$F_{\text{A}} = \rho_{\text{liq}} V g$
<hr/>	
Équation de continuité (fluide incompressible)	$A_1 v_1 = A_2 v_2$
<hr/>	
Équation de Bernoulli	$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{cte}$
<hr/>	
Débit volumique	$Q = v A$
<hr/>	
Force de frottement visqueux (η viscosité)	$\vec{F}_{\text{F}} = -\frac{\eta A}{h} \vec{v}$

Ondes mécaniques

Onde sinusoïdale	$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$
Pulsation	$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$
Nombre d'onde	$k = 2\pi/\lambda$
Vitesse de propagation de l'onde	
<ul style="list-style-type: none"> • Définition 	$v = \lambda f = \lambda/T = \omega/k$
<ul style="list-style-type: none"> • Onde transversale sur une corde de section A, tendue avec une force F_T 	$v = \sqrt{\frac{F_T}{\rho A}} = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$
<ul style="list-style-type: none"> • Onde longitudinale dans un solide ou un liquide 	$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$
<ul style="list-style-type: none"> • Onde acoustique dans un gaz parfait 	$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M_{\text{mol}}}} = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$
$\gamma = 1,4$ pour un gaz diatomique.	
Effet Doppler	$f_o = f_s \frac{v_{\text{onde}} - v_o}{v_{\text{onde}} + v_s},$ <p>v_s et $v_o > 0$ si s et o s'éloignent</p> <p>v_s et $v_o < 0$ s'ils se rapprochent.</p>
Fréquence de battement	$f_{\text{bat}} = f_1 - f_2 $
Intensité sonore	
<ul style="list-style-type: none"> • Source ponctuelle à distance R 	$I = \frac{P_{\text{sonore}}}{4\pi R^2}$
<ul style="list-style-type: none"> • Onde acoustique 	$I = \frac{\Delta P_{\text{max}}^2}{2\rho v} = \frac{\Delta P_{\text{eff}}^2}{\rho v}$
Niveau sonore	$\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ (dB)}$ <p>avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$</p>

Fréquences des ondes stationnaires sur une corde tendue ou un tuyau ouvert ou fermé aux deux extrémités $f_n = n \frac{v}{2L}$, n entier.

Fréquence fondamentale sur corde tendue $f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

Fréquences des ondes stationnaires sur un tuyau dont une extrémité est fermée et l'autre ouverte $f_n = n \frac{v}{4L}$, $n = 1, 3, 5, \dots$

Série de Fourier d'une fonction périodique $y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(n \omega t - \phi_n)$

Thermodynamique

Température absolue	$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$
Énergie interne	$U = E_{\text{c,interne}} + E_{\text{p,interne}}$
Entropie	$S = k_{\text{B}} \ln(\Omega)$
Première loi de la thermodynamique	$\Delta U = Q + W$ Q et W chaleur et travail <i>reçus</i>
Variation de l'entropie	$\Delta S = Q/T$
Énergie interne d'un gaz parfait	
• monoatomique	$U = \frac{3}{2} N k_{\text{B}} T = \frac{3}{2} n R T$
• diatomique	$U = \frac{5}{2} N k_{\text{B}} T = \frac{5}{2} n R T$
Travail reçu pendant une compression	$W = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV$
Transformation adiabatique d'un gaz parfait	$P V^{\gamma} = \text{cte}$ $T V^{\gamma-1} = \text{cte}$
• gaz monoatomique	$\gamma = 5/3$
• gaz diatomique	$\gamma = 7/5$
• gaz polyatomique	$\gamma \approx 1.3$
Capacité calorifique	
• massique c	$Q = m c \Delta T$
• molaire à volume constant	$Q_{\text{v}} = n C_{\text{v}} \Delta T$
• molaire à pression constante	$Q_{\text{p}} = n C_{\text{p}} \Delta T$
• pour un gaz parfait	$C_{\text{p}} - C_{\text{v}} = R$
Chaleur latente L	$Q = m L$
Flux de chaleur d'un corps A vers un corps B	
• par conduction le long d'une barre de longueur L et de surface A	$H = \frac{Q}{\Delta t} = -k_{\text{T}} \frac{A}{L} (T_{\text{B}} - T_{\text{A}})$

- par convection à travers une surface A $H = \frac{Q}{\Delta t} = -q A (T_B - T_A)$
- par rayonnement $H = \frac{Q}{\Delta t} = -e \sigma A (T_B^4 - T_A^4)$

Flux de chaleur émis par rayonnement d'un corps à température T (Loi de Stefan) $H = \frac{Q}{\Delta t} = e \sigma A T^4$

Rendement d'un moteur thermique $r = \frac{W_s}{|Q_H|} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$

Coefficient de performance d'un réfrigérateur $\eta = \frac{|Q_L|}{W} = \frac{|Q_L|}{|Q_H| - |Q_L|}$

Cycle de Carnot : Rendement $r = 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_H|} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$

Multiples et sous-multiples des unités

milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^3
micro	μ	10^{-6}	méga	M	10^6
nano	n	10^{-9}	giga	G	10^9
pico	p	10^{-12}	téra	T	10^{12}
femto	f	10^{-15}	péta	P	10^{15}

Constantes utiles

Constante de Gravitation	G	$6.674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
Accélération de la pesanteur terrestre	g	9.81 m/s^2
Vitesse de la lumière dans le vide	c	$2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Charge élémentaire	e	$1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masse de l'électron	m_e	$9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Masse du proton	m_p	$1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de masse atomique	m_u	$1.660 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Rayon de Bohr	a_0	$0.529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
L'électron-volt	eV	$1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Constante de Planck	h	$6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ $4.136 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$
Constante des gaz parfaits	R	$8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Nombre d'Avogadro	N_A	$6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann	k_B	$1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ $8.620 \cdot 10^{-5} \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$
Permittivité du vide	ϵ_0	$8.854 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$
Perméabilité du vide	μ_0	$1.257 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$
Constante de perméabilité	$\mu_0 / 4\pi$	$10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5.670 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
Pression atmosphérique à la surface de la Terre	P	$1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Vitesse du son dans l'air (20°C)	v_{son}	343 m/s
Equivalent mécanique de la chaleur		$1 \text{ cal} = 4.19 \text{ J}$

Rappels mathématiques

Trigonométrie	$\cos(\alpha) = \frac{\text{côté adjacent}}{\text{hypothénuse}}$ $\sin(\alpha) = \frac{\text{côté opposé}}{\text{hypothénuse}}$ $\tan(\alpha) = \frac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}}$
Cercle	Circonférence : $C = 2\pi r$ Surface : $A = \pi r^2$
Cylindre	Surface : $A = 2\pi r (r + h)$ Volume : $V = \pi r^2 h$
Sphère	Surface : $A = 4\pi r^2$ Volume : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
Produit scalaire	$\vec{A} \cdot \vec{B} = \ \vec{A}\ \ \vec{B}\ \cos(\alpha)$
Produit vectoriel	$\ \vec{A} \times \vec{B}\ = \ \vec{A}\ \ \vec{B}\ \sin(\alpha)$; règle de la main droite

Dérivation

$f(x)$	$f'(x) \equiv \frac{df}{dx}$
k	0
x^n	$n x^{n-1}$
$\cos(x)$	$-\sin(x)$
$\sin(x)$	$\cos(x)$
$e^x = \exp(x)$	$e^x = \exp(x)$
$\ln(x)$	$1/x$
$g(x) + h(x)$	$g'(x) + h'(x)$
$g(x)h(x)$	$g'(x)h(x) + g(x)h'(x)$
$g(h(x))$	$g'(h(x))h'(x)$