

	Mines 96 Option MP' exo.mines6
1.	Préliminaire $\omega^2 = R_0^2 \cdot g / r^3$; $v^2 = R_0^2 g / r$; $T^2 = 4 \pi^2 r^3 / g R_0^2$ $E_T = - m \cdot g R_0^2 / 2r < 0$ état lié. $g = g_0$ de l'énoncé
2.	Sous forme vectorielle avec $dm < 0$ $p(t + dt) = (m + dm)(v + dv) - (u + v + dv) dm$. $p(t) = m \cdot v$ $m_1 dV / dt - u dm / dt = F_{ex} = m_1 G(r)$
3.	$m_1 = m_0 - \mu t$. $v = g t + u \ln m_1(0) / m_1(t)$. $v = - g t - u \ln(1 - \lambda t)$
4.	$v_1 = - g (\sigma - 1) / \sigma \lambda + u \ln \sigma$; $t_1 = (\sigma - 1) \lambda \cdot \sigma$ Choisir λ grand et σ grand : grosse fusée par rapport à sa charge.
5.	$h_1 = - g/2 [(\sigma - 1) / \lambda \sigma]^2 + u (\sigma - 1 - \ln \sigma) / \sigma \lambda$ $h_1 = - g t_1^2 / 2 + u \cdot t_1 \cdot (\sigma - 1 - \ln \sigma) / (\sigma - 1)$
6.	$t_1 = 133,33 \text{ s}$; $v_1 = 3\,520 \text{ ms}^{-1}$ $z_1 = 152 \text{ km}$; $v_s = 28\,000 \text{ km/h}$
7.	Non ! vitesse insuffisante. $v_c = 7,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = 28\,192 \text{ km/h}$.
8.	Prend l'origine des temps à t_1 ; $t' = t - t_1$ $v_2(t') = v_1 - g t' - u' \ln M_2(t') / M(t_1)$. $M_2(t') = M_s + m_c(t) + M_F$ Par suite $t'_2 = t_1$ et $v_2 = 2v_1$
9.	$v_2(t') = v_1 - g t' - U \ln(1 - \Lambda t')$ $h_2 = v_1 t_1 + 2h_1$.
10.	A.N. . $z_2 \approx 773 \text{ km}$ $v_2 = 7\,040 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Satellite à basse altitude v_2 proche de l'orbite circulaire. $v_c = 7\,486 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
11.	. Pour $\theta = \Psi$, $r = R = 2R'$ Donc cercle de centre (ox, oC) = Ψ, de rayon $R/2$
12.	$v_r = -R \theta' \sin(\theta - \Psi)$; $v_\theta = R \theta' \cos(\theta - \Psi)$ $v = R \theta'$
13.	$m dV/dt - u dm / dt = mg$. $v \cdot dv / dt - u \cdot V \cdot 1/m \cdot dm / dt = - g R_0^2 / r^2$. $r \cdot v / r$ $u \cdot v = - R u \theta'$ $r \cdot v = r \cdot v_r = - r \cdot R \cdot \theta' \cdot \sin(\theta - \Psi)$ $\frac{1}{2} dv^2 / dt - b \cdot R u \theta' = - g R_0^2 \cdot R \theta' \sin(\theta - \Psi) / n^2 R_0^2 \cos^2(\theta - \Psi)^2$ $dv^2 / dt = 2 b R u \theta' + (2gR / n^2) d(\cos(\theta - \Psi) / \cos^2(\theta - \Psi))^2$

	$v^2 = 2bn R_0 u \theta + (2gR_0 / n) [1/\cos \theta - \Psi - 1/\cos \Psi]$
14.	$\theta (B) = \Psi$ puisque $n = 4$ $R = 4 R_0$ On veut qu'il arrive en B perpendiculairement à OB. Donc $\theta (B) = \Psi$ $v_B^2 = 2 bn R_0 u \Psi + 2gR_0 (1/n - 1)$ $v_B = 44.10^3 \text{ m.s}^{-1}$ $v_{\text{sat}} = 3,95.10^3 \text{ n.s}^{-1}$. v_B est donc trop grand.

15.	Au terme de la première phase $v_D^2 = 2 b n R_0 u \theta_D + 2 g R_0 [1 / n \cos (\theta_D - \Psi) - 1]$ Pour la seconde phase $u = 0$ $V_B^2 = V_D^2 + g R_0^2 [1/R_B - 1/R_D] \quad ; R_B = n R_0 \cos (\theta - \Psi) \quad ; R_B = n R_0$ $V_B^2 = 2 b n u \theta_D + 2 g R_0 (1-n)/n$
16.	$v_B^2 = R_0^2 g / n R_0 \text{ d'après la 1ère question.}$ donc $\theta_D = (2n-1) g / 2 b n^2$
17.	$\theta_D = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ rad.} \approx 4^\circ \text{ petit ; 450 km sur la terre}$
18.	$\cos \theta - \Psi \approx \cos \Psi + \theta \sin \Psi = 1/n + [\hat{U} n^2 - 1] \theta / n$ $v_B^2 = 2 b n R_0 u \theta + 2 g r_0 [1 / [1 + \hat{U} n^2 - 1 \theta] - 1]$ $v^2 \approx 2 b n R_0 u \theta + 2 g R_0 (- \hat{U} n^2 - 1) \theta$ $v^2 = R^2 (d \theta / dt)^2 = n^2 R_0 (d \theta / dt)^2 \quad ; (d \theta / dt)^2 = 2 / n^2 (b n u - g \hat{U} n^2 - 1) \theta$ Vérification $b.n.u. = 120 \quad g \hat{U} n^2 - 1 \approx g n = 40$ $(d \theta / dt)^2 = K^2 \theta$
19.	$d \theta : dt = K \theta \quad \theta = u^2 \quad \theta = k^2 t^2 / 4$ Valable tant que θ est petit. θ calculé = π pour $t_p = 4964 \text{ s} \approx 1 \text{ h } 22'$. $\theta_D \approx 5^\circ \quad t_D = 2' 18'' \gg$ calculs corrects
20.	$dm / m = - b dt \quad m_D / m_0 = \exp - b t_D$ $m_D / m_0 = \exp (-2 b / K \hat{U} \theta_D)$
21.	$M_D / m_0 = 1,4 \cdot 10^{-2}$
22.	$m V + m' V_{th} = (M + m') W \approx M V$ $\Delta P = M (W - V) \approx M (M / (M + m') - 1) V$ $\Delta P = - m' V.$
23.	$dp = - \pi a^2 \mu v^2 dt \quad F = - \mu v^2 \pi a^2$
24.	. Projeter sur F $M (R_0 \hat{U} g) d [(\hat{U} r) / r] dt = - \mu a^2 \mu_0 (\exp - 3/2 +) r_0^2 g / r$ Avec $r = r_0 + z$. Autre solution $M \mathbf{a} = M g R_0^2 / r^2 \mathbf{u}_r - k v^2 \mathbf{T}$

	$- Mv^2 / (R_0+z) = m g R_0^2 / (R_0 + z)^2 \quad v^2 = g R_0^2 / (R_0 + z) \approx g R_0^2$ $m dv / dt = m dv / dz . dz / dt .$ $mdv/dt = - \pi a^2 \mu_0 \exp(-z/H) . v^2$ $dv / dz = - g R_0^2 / (R_0 + z)^2 . 2v$ $m (- g R_0^2 / (R_0 + z)^2 . 2v) dz / dt = \pi a^2 \mu \exp (-z / H) g R_0 / v^2$ $\Delta z = H . \ln \Delta t / \tau$
25.	$\tau = 5,2 \mu s \quad t = 8 \, 181 \, s \approx 2 \, h \, 16'$ $V (180 \, km) = 8000 \, m.s^{-1}$ frottement négligeable.
	exo. Mines6