

DS-2 (CCPINP-e3a) - Barème

	👉	👍	👍👍
Connaissance du cours			
Quantité de questions traitées			
Détail/Rigueur de la rédaction			
Utilisation appropriée de schémas			
Soin de la rédaction			
Commentaires pertinents			

	Problème 1 : Premier piéton dans l'espace (d'après CCPINP-MP-2022)	élève	prof	max
Q.1	<ul style="list-style-type: none"> • $\vec{P} = m \vec{g}_0$ • BONUS si $\vec{P} = \vec{F}_{grav} + \vec{F}_{ie, Terre}$ • discussion \vec{f}_{ie} et/ou \vec{f}_{ic} • $\vec{P}_{apparent} = m(\vec{g}_0 - \vec{\gamma}_e)$ • $\vec{P}_{app, décollage} = 5m \vec{g}_0$ • $\vec{P}_{app, retour} = -9m \vec{g}_0$ • immobile dans \mathcal{R} donc $\vec{f}_{ic} = \vec{0}$ • BONUS si schéma explicatif 			3(+1)
Q.2	<ul style="list-style-type: none"> • f. centr. dans \mathcal{R}' non galiléen uniquement • $\vec{f}_{ie} = -m \vec{\gamma}_e = m \omega^2 \vec{HM}$ • "fuge" car vers l'ext • Schéma • $P_{apparent}^{max}(\theta = 0) = m(g_0 + r\omega^2)$ • $P_{apparent}^{max}(\theta = \pi) = m(g_0 - r\omega^2)$ • $P_{apparent}^{max} < 4mg_0 \Rightarrow \omega < \omega_{max} = \sqrt{\frac{3g_0}{r}}$ • $\omega_{max} = 3.8 \text{ rad.s}^{-1}$ • BONUS si $\omega_{max} \simeq 0.5 \text{ tour.s}^{-1}$ très grand! (et balançoire très "courte" !) 			4(+0.5)
Q.3.a)	<ul style="list-style-type: none"> • Dans \mathcal{R}'_{avion} non galiléen • $\vec{P}_{apparent} = m(\vec{g}_0 - \vec{\gamma}_e)$ avec $\vec{\gamma}_e = \vec{g}_0$ • $\vec{P}_{apparent} = \vec{0}$ 			1.5
Q.3.b)	<ul style="list-style-type: none"> • Schéma • PFD à l'avion dans $\mathcal{R}_{terrestre}$ galiléen • $\vec{a}(M) = \vec{g}_0$ • $y(t) = -\frac{1}{2}g_0 t^2 + V_0 \sin(\alpha)t$ • fin d'apesanteur en t_A tq $y(t_A) = 0$ • $t_A = \frac{2V_0 \sin(\alpha)}{g_0}$ • $t_A = 30 \text{ s}$ 			3.5
Q.4	<ul style="list-style-type: none"> • Schéma ellipse • avec h_{min}, h_{max} et R_T • $a = \frac{r_{min} + r_{max}}{2}$ • $a = 6.69 \times 10^3 \text{ km}$ • BONUS si $a \simeq cste > R_T$ • PFD au vaisseau dans $\mathcal{R}_{géo}$ galiléen • $v = \sqrt{\frac{GM_T}{a}} = R_T \sqrt{\frac{g_0}{a}}$ • $v = 7.71 \text{ km.s}^{-1}$ • BONUS si commentaire valeur élevée • $T = \frac{2\pi a}{v}$ • $T = 5.45 \times 10^3 \text{ s} = 1.51 \text{ h}$ • BONUS si commentaire ODG cohérent 			4.5(+1.5)
Q.5.a)	<ul style="list-style-type: none"> • conservation de E_m • $E_{m, final} = -\frac{GmM_T}{2a}$ • $E_{m, initial} = \frac{1}{2}m(R_T \cos \lambda \omega_T)^2 - \frac{GmM_T}{R_T} + E_{fournie}$ • $E_{fournie} = 3.27 \times 10^{10} \text{ J}$ 			2
Q.5.b)	<ul style="list-style-type: none"> • frottements dans l'atmosphère • BONUS si autres idées intéressantes 			0.5(+0.5)
Q.6	<ul style="list-style-type: none"> • Schéma avec précision angles • $A\hat{B}C = \arccos\left(\frac{R_T}{a}\right)$ • $\frac{\theta}{T} = \frac{1}{\pi} \arccos\left(\frac{R_T}{a}\right)$ • $\frac{\theta}{T} = 0.1$ • BONUS si cohérent $\ll 1$ 			2(+0.5)
Q.7.a)	<ul style="list-style-type: none"> • $D_m = \frac{-dm}{dt}$ car la masse diminue 			0.5
Q.7.b)	<ul style="list-style-type: none"> • $\frac{dv}{dt}(t=0) > 0$ • $D_m > \frac{m_0 g_0}{u}$ 			1
Q.7.c)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Phase 1</u> : $\frac{dv}{dt} = -g_0 + \frac{\alpha m_{comb}}{m_0 - m_{comb} \alpha t}$ • $v(t) = -g_0 t - u \ln\left(\frac{m_0 - m_{comb} \alpha t}{m_0}\right)$ • $v_1 = -\frac{g_0}{\alpha} - u \ln\left(\frac{M}{M + m_{comb}}\right)$ • $v_1 = 16.1 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ • $h = 1.2 \times 10^6 \text{ km}$ • BONUS si ok car assez de carburant pour atteindre orbite $\simeq 200 \text{ km}$ + lutter contre frottements 			2.5(+0.5)
Q.7.d)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Phase 2</u> : $\frac{dv}{dt} = -g_0$ • $v_2(t) - v_1(t) = -g_0(t - t_1)$ • $t_2 = t_1 + \frac{v_1}{g_0}$ • $t_2 = 424 \text{ s}$ • BONUS = temps court, mais cohérent avec lancement satellite • TEC à {fusée sans carburant} : $0 - E_c(t_1) = W(\vec{P}) = M g_0(z_1 - z_2)$ • $H = h + \frac{v_1^2}{2g_0}$ • $H = 373 \text{ km}$ • BONUS si ODG cohérent avec avant • $g(z) = \frac{GM_T}{(R_T + H)^2}$ • $\frac{\Delta g}{g_0} = 1 - \left(\frac{R_T}{R_T + H}\right)^2$ • $\frac{\Delta g}{g_0} = 11\%$ faible 			5(+1)

Q.7.e)	• $h < r_{min} < H$ compatible • $\Delta t \simeq 300 \text{ s} \simeq 5 \text{ min}$			1
Q.8	• décollage à 7h00 • un tour au bout de $5 \text{ min} + 1 \text{ h}30$			3
	• passage à 8h35 compatible • retour (<i>retrofire</i>) démarre le lendemain à 8h35			
Q.9	• 25.5h après le décollage • environ 17 tours d'1h30 compatible avec quinzaine			
Total				34

Problème 2 : Frottements solides (CCINP-MP-2020)		élève	prof	max
Q.1.a)	• $\vec{v}_g = \vec{v}_{I_2 \in \mathcal{S}_2 / \mathcal{R}} - \vec{v}_{I_1 \in \mathcal{S}_1 / \mathcal{R}}$			0.5
Q.1.b)	• \vec{v}_g indépendant du référentiel			0.5
Q.2	• glissement dès que $ T = f_s N$			0.5
Q.3	• adhérence dès que $\vec{v}_g = \vec{0}$ • et $ T \leq f_s N$			1
Q.4	• Phase 1 : fil tendu et mouvement de \mathcal{S}_1 et \mathcal{S}_2 • Phase 2 : fil détendu et seul \mathcal{S}_1 glisse			1
Q.5	• $m\ddot{X} = F - T$ et $0 = mg - N$ • $\alpha m\ddot{Z} = -F + \alpha mg$			1
Q.6	• glissement $\Rightarrow T = f_d N$ • BONUS si $T > 0$ car \vec{T} s'oppose au mvmt			0.5(+0.5)
Q.7.a)	• fil inextensible $\dot{X} = \dot{Z}$			0.5
Q.7.b)	• en éliminant F • $\ddot{X} = \left(\frac{\alpha - f_d}{\alpha + 1}\right)g$ et $\dot{X} = \left(\frac{\alpha - f_d}{\alpha + 1}\right)gt$			1
Q.7.c)	• t_1 lorsque $X(t_1) = H_0 + X_0$ • $t_1 = \sqrt{\frac{2H_0}{g} \frac{\alpha + 1}{\alpha - f_d}}$			1
Q.7.d)	• $V_1 = \dot{X}(t_1) = \sqrt{2gH_0} \sqrt{\frac{\alpha - f_d}{\alpha + 1}}$			0.5
Q.8.a)	• $\ddot{X} = -f_d g$ • $\dot{X} = V_1 - f_d g(t - t_1)$ • $X = V_1(t - t_1) - f_d g \frac{(t - t_1)^2}{2} + H_0 + X_0$			1.5
Q.8.b)	• $t_f - t_1 = \frac{V_1}{f_d g}$ • $D = \frac{V_1^2}{2f_d g} + H_0$ • $f_d = \frac{\alpha}{1 + (\alpha + 1) \frac{D - H_0}{H_0}}$			1.5
Q.9	• Phase 1 : TEC à $\{\mathcal{S}_1 \cup \mathcal{S}_2\}$ • Phase 2 : TEC à $\{\mathcal{S}_1\}$ • résultat			1.5
Q.10	• $f_d = 0.46$ • BONUS si commentaire sur le bon ordre de grandeur			0.5(+0.5)
Q.11	• schéma • à la limite du glissement $T = f_s N$ • PFD à l'eq : $N = mg \cos \theta$ et $mg \sin \theta = T$ • $f_s = \tan \theta_{lim}$			2
Q.12	• $f_s = 0.57$ • BONUS si cohérent car $f_s > f_d$			0.5(+0.5)
Q.13	• $X(t) = Vt + X_0$ • glissement dès que $T = f_s N$ • PFD dans \mathcal{R}_{sol} galiléen • $X_1 = \frac{f_s mg}{k}$ • $t_1 = \frac{\frac{f_s mg}{k} - X_0}{V}$			2.5
Q.14	• $f_d = 0 \Rightarrow T = 0$ • $\ddot{X} + \frac{k}{m}X = 0 \Rightarrow$ O.H. avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ • E_m se conserve • $X_m^2 = X_1^2 + \frac{V^2}{\omega_0^2}$			2
Q.15.a)	• $X(t) = X_m \cos[\omega_0(t - t_1) + \varphi]$ • $\dot{X}(t) = -\omega_0 X_m \sin[\omega_0(t - t_1) + \varphi]$ • avec $\tan \varphi = \frac{-V}{\omega_0 X_1}$			1.5
Q.15.b)	• glissement s'arrête si $v_g = 0$ • $\dot{X}(t_2) = V$			1
Q.15.c)	• <u>Phase 1</u> (entre 0 et t_1) : $\dot{X}(t) = V = cste$ • $X(t)$ affine ↗ de X_0 à X_1 • <u>Phase 2</u> (entre t_1 et t_2) : représentation de $X(t)$ sinusoïdale			4
	• C.I. : $X(t_1) = X_1$ • $X(t)$ ↗ au début de la phase 2 • $\dot{X}(t)$ sinus. déphasée • C.I. $\dot{X}(t_1) = V$ • $\dot{X}(t)$ diminue au début de la phase 2			
Q.16	• $X(t_1) \simeq X_m \Rightarrow \varphi = 0$ • $T_0 \ll 2\pi \frac{X_1}{V}$ • BONUS si autre méthode avec Q.14.			1(+0.5)
Q.17	• Temps de glissement négligeable • $T \simeq \frac{2X_m}{V}$ • $\nu = \frac{kV}{2gm f_s}$ • $\nu = 400 \text{ Hz}$			2
Q.18	• Représentation de $X(t)$ sans glissement • fonction affine par morceaux			1
Q.19	• HF $\simeq kHz$ • k diminue $\Rightarrow \nu$ ↗ • si $\nu > 20 \text{ kHz}$, ultrasons non audibles			1.5
Q.20	• $f_d = 0$ donc travail de la force de frottement négligeable			0.5
Total				32.5

NOM - Prénom :

TOTAL

		66.5
--	--	------