NOM - Prénom :

DS-2 (CCPINP-e3a) - Barème

	Pas assez	Adapté	Trop
Quantité de questions traitées			
Détail de la rédaction			
Soin de la rédaction			
Commentaires pertinents			

	Problème 1 : Premier piéton dans l'espace (d'après CCPINP-MP-2022)	Note	Max.
Q.1	$\overrightarrow{P} = m\overrightarrow{g}_0$; BONUS si $\vec{P} = \vec{F}_{grav} + \vec{F}_{ie,Terre}$ $\overrightarrow{P}_{apparent} = m\,(\overrightarrow{g}_0 - \overrightarrow{\gamma_e})$; $\overrightarrow{P}_{app,décollage} = 5m\overrightarrow{g}_0$; $\overrightarrow{P}_{app,retour} = -9m\overrightarrow{g}_0$ immobile dans $\mathcal{R}$ donc $\overrightarrow{f}_{ic} = \overrightarrow{0}$ BONUS si schéma explicatif		2.5
Q.2	f. centr. dans $\mathcal{R}'$ non galiléen uniquement $\overrightarrow{f}_{ie} = -m\overrightarrow{\gamma}_e = m\omega^2\overrightarrow{HM}$; "fuge" car vers l'ext Schéma ; $P^{max}_{apparent}(\theta = 0) = m(g_0 + r\omega^2)$; $P^{max}_{apparent}(\theta = \pi) = m(g_0 - r\omega^2)$ $P^{max}_{apparent} < 4mg_0 \Rightarrow \omega < \omega_{max} = \sqrt{\frac{3g_0}{r}}$; $\omega_{max} = 3.8\ rad.s^{-1}$ BONUS si $\omega_{max} \simeq 0.5 tour.s^{-1}$ très grand ! (et balançoire très "courte" !)		4
Q.3.a)	Dans $\mathcal{R}'_{avion}$ non galiléen ; $\overrightarrow{P}_{apparent} = m\,(\overrightarrow{g}_0 - \overrightarrow{\gamma_e})$ avec $\overrightarrow{\gamma_e} = \overrightarrow{g_0}$ $\overrightarrow{P}_{apparent} = \overrightarrow{0}$		1.5
Q.3.b)	Schéma ; PFD à l'avion dans $\mathcal{R}_{terrestre}$ galiléen ; $\overrightarrow{a}(M) = \overrightarrow{g}_0$ $y(t) = -\frac{1}{2}g_0t^2 + V_0 sin(\alpha)t$; fin d'apesanteur en t_A tq $y(t_A) = 0$ $t_A = \frac{2V_0 sin(\alpha)}{g_0}$; $t_A = 30\ s$		3.5
Q.4	Schéma ellipse ; avec h_{min}, h_{max} **et** R_T $a = \frac{r_{min}+r_{max}}{2}$; $a = 6.69 \times 10^3\ km$; BONUS si $a \simeq cste > R_T$ PFD au vaisseau dans $\mathcal{R}_{géo}$ galiléen ; $v = \sqrt{\frac{GM_T}{a}} = R_T\sqrt{\frac{g_0}{a}}$; $v = 7.71\ km.s^{-1}$; BONUS si commentaire valeur élevée $T = \frac{2\pi a}{v}$; $T = 5.45 \times 10^3\ s = 1.51\ h$; BONUS si commentaire ODG cohérent		4.5
Q.5.a)	conservation de E_m ; $E_{m,final} = -\frac{GmM_T}{2a}$ $E_{m,initial} = \frac{1}{2}m(R_T cos\lambda\omega_T)^2 - \frac{GmM_T}{R_T} + E_{fournie}$; $E_{fournie} = 3.27 \times 10^{10}\ J$		2
Q.5.b)	frottements dans l'atmosphère ; BONUS si autres idées intéressantes		0.5
Q.6	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
Q.7.a)	$D_m = \frac{-dm}{dt}$ car la masse diminue		0.5
Q.7.b)	$\frac{dv}{dt}(t = 0) > 0$; $D_m > \frac{m_0 g_0}{u}$		1
Q.7.c)	<u>Phase 1</u> : $\frac{dv}{dt} = -g_0 + \frac{um_{comb}}{m_0 - m_{comb}\alpha t}$; $v(t) = -g_0t - u ln\left(\frac{m_0 - m_{comb}\alpha t}{m_0}\right)$ $v_1 = -\frac{g_0}{\alpha} - u ln\left(\frac{M}{M + m_{comb}}\right)$; $v_1 = 2.2 \times 10^3\ m.s^{-1}$; $h = 126\ km$; BONUS si cohérent car carburant pour atteindre orbite $\simeq 200 km$		2.5
Q.7.d)	<u>Phase 2</u> : $\frac{dv}{dt} = -g_0$; $v_2(t) - v_1(t) = -g_0(t - t_1)$; $t_2 = t_1 + \frac{v_1}{g_0}$ $t_2 = 424\ s$; BONUS = temps court, mais cohérent avec lancement satellite TEC : $0 - E_c(t_1) = W(\overrightarrow{P}) = mg_0(z_1 - z_2)$; $H = h + \frac{v_1^2}{2g_0}$; $H = 373\ km$ 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
Q.7.e)	$h < r_{min} < H$ compatible ; $\Delta t \simeq 300\ s$		1

Q.8	décollage à 7h00 ; un tour au bout de $5min + 1h30$; passage à 8h35 compatible retour (*retrofire*) démarre le lendemain à 8h35 ; 25.5h après le décollage environ 17 tours d'1h30 compatible avec quinzaine		3
Q.9	BONUS pour tout élément intéressant		
	Total		33.5

	Problème 2 : Frottements solides (CCINP-MP-2020)	Max.	Note
Q.1.a)	$\overrightarrow{v}_g = \overrightarrow{v}_{I2\in\mathcal{S}_\in} - \overrightarrow{v}_{I1\in\mathcal{S}_\infty}$		0.5
Q.1.b)	$\overrightarrow{v}_g$ indépendant du référentiel		0.5
Q.2	glissement dès que $\lvert T\rvert = f_s N$		0.5
Q.3	adhérence dès que $\overrightarrow{v}_g = \overrightarrow{0}$; **et** $\lvert T\rvert \leq f_s N$		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 $\Rightarrow T = f_g N$		0.5
Q.7.a)	fil inextensible $\ddot{X} = \ddot{Z}$		0.5
Q.7.b)	en éliminant F ; $\ddot{X} = \left(\frac{\alpha - f_g}{\alpha+1}\right) g$ et $\dot{X} = \left(\frac{\alpha - f_g}{\alpha+1}\right) gt$		1
Q.7.c)	t_1 lorsque $X(t_1) = H_0 + X_0$; $t_1 = \sqrt{\frac{2H_0}{g}\frac{\alpha+1}{\alpha - f_g}}$		1
Q.7.d)	$V_1 = \dot{X}(t_1) = \sqrt{2gH_0}\sqrt{\frac{\alpha - f_g}{\alpha+1}}$		0.5
Q.8.a)	$\ddot{X} = -f_g g$; $\dot{X} = V_1 - f_g g(t - t_1)$; $X = V_1(t - t_1) - f_g g\frac{(t-t_1)^2}{2} + H_0 + X_0$		1.5
Q.8.b)	$t_f - t_1 = \frac{V_1}{f_g g}$; $D = \frac{V_1}{2f_g g} + H_0$; $f_g = \frac{\alpha}{1 + (\alpha+1)\frac{D - H_0}{H_0}}$		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	$f_g = 0.46$; BONUS si commentaire sur le bon ordre de grandeur		0.5
Q.11	schéma ; à la limite du glissement $T = f_s N$ PFD à l'eq : $N = mgcos\theta$ et $mgsin\theta = T$; $f_s = tan\theta_{lim}$		2
Q.12	$f_s = 0.57$; BONUS si cohérent car $f_s > f_g$		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)	$X(t) = X_m cos\left[\omega_0(t - t_1) + \varphi\right]$; $\dot{X}(t) = -\omega_0 X_m sin\left[\omega_0(t - t_1) + \varphi\right]$ 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 croissante de X_0 à X_1 <u>Phase 2</u> (entre t_1 et t_2) : représentation de $X(t)$ sinusoïdale C.I. : $X(t_1) = X_1$; $X(t) \nearrow$ au début de la phase 2 ; $\dot{X}(t)$ sinusoïdale déphasée C.I. $\dot{X}(t_1) = V$; $\dot{X}(t)$ diminue au début de la phase 2		4
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
Q.17	Temps de glissement négligeable ; $T \simeq \frac{2X_m}{V}$; $\nu = \frac{kV}{2gmf_s}$; $\nu = 400\ Hz$		2
Q.18	Représentation de $X(t)$ sans glissement ; fonction affine par morceaux		1
Q.19	HF $\simeq kHz$; k diminue $\Rightarrow \nu$ augmente ; si $\nu > 20\ kHz$, ultrasons non audibles		1.5
Q.20	$f_d = 0$ donc travail de la force de frottement négligeable		0.5
	Total		32.5

TOTAL		66