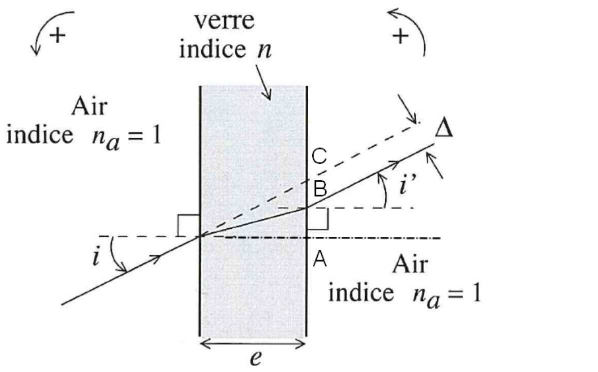
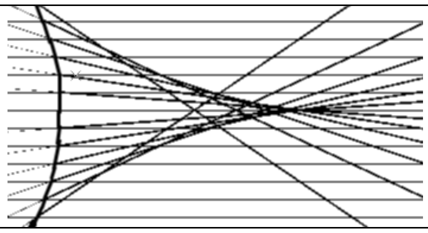
Correction ENAC pilote 2019

1.	Comme $\vec{F} = -3\pi\eta D\vec{v}$ alors $[F]=[MLT^{-2}]=[\eta][L][LT^{-1}]$ alors $[\eta]=\dfrac{[MLT^{-2}]}{[L][LT^{-1}]}=[ML^{-1}T^{-1}]$ $[\eta]$ est en $\boxed{kg.m^{-1}.s^{-1}}$. Réponse : D		
2.	Le système est la masse *m* dans le référentiel terrestre galiléen. Les forces sont : Le poids, $m\vec{g}$, les frottements $\vec{F}_f = -\alpha\vec{v}$ La relation fondamentale donne $m\vec{a} = m\dfrac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{g} - \alpha\vec{v}$ $\dfrac{d\vec{v}}{dt} = \vec{g} - \dfrac{\alpha}{m}\vec{v} = \vec{g} - \dfrac{1}{\tau}\vec{v}$: $\boxed{\dfrac{d\vec{v}}{dt} + \dfrac{1}{\tau}\vec{v} = \vec{g}}$ avec $\boxed{\tau = \dfrac{m}{\alpha}}$. Réponse : C		
3.	Nous obtenons un régime transitoire du 1er ordre : $\boxed{\vec{v} = \tau\vec{g}\left(1-\exp(-t/\tau)\right)}$. Réponse : C		
4.	On intègre $\boxed{\vec{r} = \int \vec{v}dt = \tau\vec{g}t - \tau^2\vec{g}\left(1-\exp(-t/\tau)\right)}$. Réponse : C		
5.	En régime permanent, $\boxed{\vec{v}(t\to\infty) = \tau\vec{g}}$: $\boxed{v_\ell = \tau g = \dfrac{mg}{3\pi\eta D} = \dfrac{\rho_e 4gD^3}{8\times 9\eta D} = \dfrac{\rho_e g D^2}{18\eta} = \dfrac{1000\times 10\times\left(10\times 10^{-6}\right)^2}{18\times 2\times 10^{-5}} = 2{,}7mm/s}$ Réponse : A		
6.	Si on tient compte de la poussée d'Archimède $v_{\ell,A} = \dfrac{(\rho_e - \rho_0)gD^2}{18\eta}$ donc $v_{\ell,A} - v_\ell = \dfrac{(\rho_e-\rho_0)gD^2}{18\eta} - \dfrac{\rho_e g D^2}{18\eta} = \dfrac{-\rho_0 g D^2}{18\eta}$ et $\boxed{\dfrac{\lvert v_{\ell,A} - v_\ell\rvert}{v_{\ell,A}} = \dfrac{\rho_0}{\rho_e - \rho_0} = \dfrac{1}{999} \approx 0{,}1\%}$ Réponse : B		
7.	A cause du principe du retour inverse de la lumière, $\boxed{i' = i}$. Réponse : D		
8.	 D'après les lois de Descartes, $\sin(i) = n\sin(r)$ $AB = e\tan(r)$ et $AC = e\tan(i)$ alors $BC = e\left(\tan(i) - \tan(i)\right)$ et $\boxed{\Delta = BC\cos(i) = e\left(\tan(i)-\tan(i)\right)\cos(i)}$ Réponse : A		
9.	Le trajet est $d = \dfrac{2e}{\cos(r)} = \dfrac{2e}{\sqrt{1-\sin^2(r)}} = \dfrac{2e}{\sqrt{1-\dfrac{\sin^2(i)}{n^2}}}$ donc $\boxed{\Delta t = \dfrac{2ne}{c}\left(1-\dfrac{\sin^2(i)}{n^2}\right)^{-\frac{1}{2}}}$ car $v = \dfrac{c}{n}$. Réponse : C		
10.	Il faut $\sin(i') = n\sin(r) = n\dfrac{d}{R} = 1$ donc $\boxed{d = \dfrac{R}{n}}$. Réponse : B		
11.	Alors $\boxed{CA = \dfrac{R}{\cos(r)} = \dfrac{R}{\sqrt{1-\sin^2(r)}} = \dfrac{R}{\sqrt{1-1/n^2}} = \dfrac{nR}{\sqrt{n^2-1}}}$. Réponse : B		

12. Dans le cas général, $\boxed{CA = R\cos(i) + \dfrac{R\sin(i)}{\cos(i-r)}}$

L'image B s'éloigne de A.
Réponse : B



13. Comme $F = qE$ alors $\boxed{E_T = \dfrac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 R_T^2}}$. Réponse : A

14. En écrivant le principe fondamental, $m\vec{a} = q\vec{E} = -qE_T\vec{e_z}$ soit $\boxed{\vec{a} = -\dfrac{qE_T}{m}\vec{e_z}}$

Réponse : A

15. $|Q| = IS\Delta t$ alors $\boxed{\Delta t = \dfrac{|Q|}{IS} = \dfrac{|Q|}{4\pi R_T^2 I} = \dfrac{500\times10^3}{4\times3{,}14\times\left(6400\times10^3\right)^2\times2\times10^{-12}} = 486s \approx 8{,}1\min}$

Réponse : B

16. Comme Q_p est au dessus de Q_N, $\boxed{\vec{F_e} = \dfrac{Q_pQ_n}{4\pi\varepsilon_0\left(z_p - z_n\right)^2}\vec{e_z}}$. Réponse : A

$\boxed{F_e = \dfrac{9\times10^9\times(40)^2}{(5000)^2} = 5{,}8\times10^5\,N}$. Réponse : D

17. L'énergie potentielle est $\boxed{E = \dfrac{Q_pQ_n}{4\pi\varepsilon_0 d} = \dfrac{9\times10^9\times(40)^2}{(5000)} = 3\times10^9\,J}$. Réponse : A

L'énergie fournie par l'EDF est $E_{EDF} = Pt = 150\times10^9\,J$

$\boxed{\alpha \approx \dfrac{E}{E_{EDF}} = \dfrac{3\times10^9}{150\times10^9} \approx 0{,}02}$. Réponse : C

18. $\boxed{U = \dfrac{2E}{|Q_n|} = \dfrac{2\times3\times10^9}{40} = 150MV}$. Réponse : B

19. Le cycle est dans le sens horaire donc $\boxed{W < 0}$
D'après le 1er principe, $\boxed{\Delta U = W + Q_1 + Q_2 \underbrace{=}_{cycle} 0}$. Réponses : A et D

20.

	AB	BC	CD	DA
Q	$= nRT_1\ln\left(\dfrac{V_B}{V_A}\right) = -nRT_1\ln(a)$	$= \Delta U = \dfrac{nR}{\gamma-1}(T_2 - T_1)$	$= nRT_2\ln\left(\dfrac{V_A}{V_B}\right) = nRT_2\ln(a)$	$= \Delta U = \dfrac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2)$

$\boxed{Q_1 = Q_{DA} + Q_{AB} = \dfrac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) - nRT_1\ln(a) < 0}$

$\boxed{Q_2 = Q_{BC} + Q_{CD} = \dfrac{nR}{\gamma-1}(T_2 - T_1) + nRT_2\ln(a) > 0}$: Réponse : C

21. Elles sont toutes vraies.

22.

$$\eta_m = \frac{-W}{Q_2} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = \frac{\dfrac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) - nRT_1\ln(a) + \dfrac{nR}{\gamma-1}(T_2 - T_1) + nRT_2\ln(a)}{\dfrac{nR}{\gamma-1}(T_2 - T_1) + nRT_2\ln(a)}$$

$$\eta_m = \frac{nR(T_2 - T_1)\ln(a)}{\dfrac{nR}{\gamma-1}(T_2 - T_1) + nRT_2\ln(a)} \quad \boxed{\eta_m == \frac{(\gamma-1)(T_2 - T_1)\ln(a)}{(T_2 - T_1) + (\gamma-1)T_2\ln(a)}}$$ Réponse : B

23.	$\boxed{\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_f}{T_c}}$. Réponse : A		
24.	$\boxed{\Delta S \underset{Cycle}{=} 0 \underset{\substack{2nd\\ principe}}{=} S^C + S^e = S^C + \frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_f}{T_f}}$. Réponse : B		
25.	Le moment cinétique vaut $\boxed{\vec{L} = \overrightarrow{OM} \wedge m\vec{v} = r\vec{e_r} \wedge m\left(\frac{dr}{dt}\vec{e_r} + r\frac{d\theta}{dt}\vec{e_\theta}\right) = mr^2\frac{d\theta}{dt}\vec{e_z}}$ Réponse : A		
26.	L’énergie mécanique vaut $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}m\left(\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \left(r\frac{d\theta}{dt}\right)^2\right) - \frac{GmM_T}{r} = \frac{1}{2}m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + m\left(r\frac{d\theta}{dt}\right)^2 - \frac{GmM_T}{r}$ $E_m = \frac{1}{2}m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \underbrace{\frac{L^2}{2mr^2} - \frac{GmM_T}{r}}_{E_{peff}}$ avec $\boxed{E_{p,eff} = \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{GmM_T}{r}}$. Réponse : C		
27.	Un satellite géostationnaire a un mouvement dans le plan équatorial à 36000km avec une période de 24h. Réponse : D		
28.	Comme le mouvement est circulaire, $m\frac{v_c^2}{R+h} = \frac{GM_T m}{(R+h)^2}$ donc $\boxed{v_c^2 = \frac{GM_T}{(R+h)}}$ $\boxed{v_c = \sqrt{\frac{GM_T}{(R+h)}} = \sqrt{\frac{7\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(7\times10^6)}} = \sqrt{10^6\times60} \approx 8.10^3 m/s = 8km/s}$ Réponses : A et C		
29.	Dans ce cas $\boxed{E_C = \frac{1}{2}mv_c^2 = \frac{1}{2}\frac{GmM_T}{(R+h)}}$, $\boxed{E_p = -\frac{GmM_T}{(R+h)}}$ et $\boxed{E_m = \frac{1}{2}mv_c^2 + E_p = -\frac{1}{2}\frac{GmM_T}{(R+h)}}$ Alors $\boxed{E_C = -E_m = -\frac{1}{2}E_p}$. Comme $L = mvr$, $L^2 = m^2v^2(R+h)^2 = m^2(R+h)M_T G$: $\frac{L^2}{m(R+h)} = mM_T G$ Alors $\boxed{E_m = -\frac{1}{2}\frac{GmM_T}{(R+h)} = -\frac{1}{2}\frac{L^2}{m(R+h)^2}}$ Réponses : B et C		
30.	En électrostatique, $\boxed{E_m = -\frac{1}{2}\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_e r_n} = -\frac{1}{n^2}\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 m_e a_B}}$. Si on utilise la relation précédente, $\boxed{E_m = -\frac{1}{2}\frac{L^2}{m_e(R+h)^2} = -\frac{1}{2}\frac{n^2\hbar^2}{m_e n^4 a_B^2} = -\frac{1}{n^2}\frac{\hbar^2}{2m_e a_B^2}}$ Réponse : C		
31.	L’équation est $\boxed{\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{RC} = \frac{E}{RC}}$ Réponse : A		
32.	La solution est $\boxed{u_c(t) = (u_c(0) - u_c(\infty))\exp\left(-\frac{t}{RC}\right) + u_c(\infty) = \left(\frac{q_0}{C} - E\right)\exp\left(-\frac{t}{RC}\right) + E}$ Réponse : C		
33.	En régime permanent, $\boxed{u_c(\infty) = E}$. Réponse : B		
34.	L’intensité vaut : $\boxed{i(t) = C\frac{du_c}{dt} = \left(-\frac{q_0}{RC} + \frac{E}{R}\right)\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)}$. Réponse : A		

35.	L'énergie électrique reçue est $\boxed{E = ECu(\infty) - ECu(0) = CE^2 - Eq_0}$ Réponse : A		
36.	L'énergie électrique reçue par le condensateur est $\boxed{E = \frac{1}{2}Cu^2(\infty) - \frac{1}{2}Cu^2(0) = \frac{1}{2}CE^2 - \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}}$ Réponse : A		