

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ELEVES PILOTE DE LIGNE

CORRIGE EPREUVE DE PHYSIQUE

1. – réponse d)

La bobine de rayons compris entre r et $r+dr$ contient dN spires telles que $dN=ndl$ avec $n=\frac{l}{a}$ nombre de spires par unité de longueur et dl =longueur sur la génératrice.

$$dl \cos \alpha = dz, \quad \frac{r}{z} = \tan \alpha, \quad z = \frac{r}{\tan \alpha}, \quad dz = -\frac{dr}{\tan \alpha}, \quad dN = \frac{l}{a} \frac{dz}{\cos \alpha} = \frac{l}{a \cos \alpha} \frac{dr}{\tan \alpha} = -\frac{dr}{a \sin \alpha},$$

$$N = \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{a \sin \alpha} = \frac{r_2 - r_1}{a \sin \alpha}$$

2. – réponse a)

$$dN = \frac{l}{a} \frac{dz}{\cos \alpha} \quad \text{voir 1.}$$

3. – réponse b)

$$dR = dN \frac{\rho l}{s} = dN \frac{\rho 2\pi r}{\pi \frac{a^2}{4}} = \frac{dr}{a \sin \alpha} \frac{8\rho r}{a^2} = \frac{8\rho}{a^3 \sin \alpha} r dr \quad R = \int_{r_1}^{r_2} dR = 4\rho \frac{r_2^2 - r_1^2}{a^3 \sin \alpha}$$

résistance de dN spires :

, d'où

4. – réponse a)

$$\vec{B}_l = \frac{\mu_0 I}{2r} \sin^3 \alpha \vec{e}_z \quad \text{voir cours.}$$

5. – réponse c) (erreur d'énoncé)

$$\vec{B} = \int_{r_1}^{r_2} \vec{B}_l dN = \mu_0 \frac{I}{2} \sin^3 \alpha \int_{r_1}^{r_2} \frac{dN}{r} \vec{e}_z = \frac{\mu_0 I}{2a} \sin^2 \alpha \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} \vec{e}_z = \frac{\mu_0 I}{2a} \sin^2 \alpha \ln \frac{r_2}{r_1} \vec{e}_z$$

6. – réponse b)

Une image nette se forme sur la rétine si elle est à l'infini donc si elle est conjuguée d'un objet A_0 situé au foyer principal objet F_2 de la lentille L_2 . La relation de conjugaison appliquée à la première lentille s'écrit :

$$\frac{1}{O_1 A_0} = \frac{1}{O_1 A_0'} + \frac{1}{O_1 F_1'} \quad \text{avec} \quad \overline{O_1 A_0} = \overline{O_1 F_2} = \overline{O_1 F_1} + \overline{F_1 F_2} = 0,004 + 0,16 = 0,164m$$

$$\frac{1}{0,164} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{0,004} \quad \rightarrow \quad d_0 = -0,0041m = -4,1mm$$

7. – réponse a)

$$\gamma_{ob} = \gamma_{L_1} = \frac{\overline{A_0 B_0}}{\overline{A_0 B_0'}} = \frac{\overline{O_1 A_0}}{\overline{O_1 A_0'}} = \frac{\overline{O_1 F_2}}{\overline{O_1 A_0}} = \frac{0,164}{-0,0041} = -40$$

8. – réponse d)

$$G_{oc} = \frac{\alpha_i}{\alpha_0} \approx \frac{\tan \alpha_i}{\tan \alpha_0} = \frac{\overline{A_0 B_0}}{\overline{F_2 O_2}} \times \frac{(-d_m)}{\overline{A_0 B_0}} = \frac{d_m}{f_2'} \quad (\text{les angles sont orientés})$$

9. – réponse d)

$$G_m = \frac{\alpha_i}{\alpha_0} \approx \frac{\tan \alpha_i}{\tan \alpha_0} = \frac{\overline{A_0 B_0}}{\overline{F_2 O_2}} \times \frac{(-d_m)}{\overline{A_0 B_0}} = \gamma_{ob} \times G_{oc} = (-40) \times (10) = -400$$

10. – réponse b)

$$P = \frac{\alpha_i}{A_0 B_0} = \frac{\alpha_0 G_m}{A_0 B_0} = \frac{A_0 B_0}{(-d_m)} \times \frac{G_m}{A_0 B_0} = \frac{-400}{-0,25} = 1600 \delta$$

11. – réponse d)

$$P_M = UI \cos \varphi \rightarrow I = \frac{P_M}{U \cos \varphi} = 33,3 A$$

12. – réponse a)

$$P_M = \operatorname{Re}\{Z\} I^2 = \operatorname{Re}\{R + jL\omega\} = RI^2 \rightarrow R = \frac{P_M}{I^2} = \frac{4400}{(33,3)^2} = 3,968 \Omega \approx 4 \Omega$$

13. – réponse c)

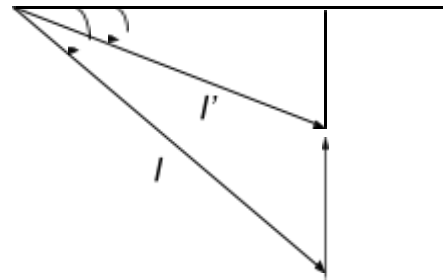
$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} \rightarrow L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R^2} = 16,75 mH \approx 17 mH$$

14. – réponse a)

le nouveau courant I' se déduit du courant précédent I par :

$$I \cos \varphi = I' \cos \varphi' \quad I_C = C \omega U = I \sin \varphi - I' \sin \varphi'$$

$$C = \frac{1}{\omega U} \left[I \sin \varphi - I' \frac{\cos \varphi \sin \varphi'}{\cos \varphi'} \right] = 246 \mu F$$



15. – réponse b)

$$P'_M = UI' \cos \varphi' = UI \cos \varphi = 4,4 kW = P_M \quad \text{résultat normal car } \operatorname{Re}\{Y\} = R \text{ est inchangée et } P_M = \operatorname{Re}\{Y\} U^2$$

16. – réponse d)

$$I' = I \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'} = 22,2 A$$

17. – réponse a)

formule de Laplace pour une transformation adiabatique réversible (isentropique) : $P \cdot T^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = Cst$

$$\text{entre } A \text{ et } B : P_A \cdot T_A^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = P_B \cdot T_B^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \rightarrow P_B = 10^5 \left(\frac{144,4}{278,8} \right)^{\frac{1,4}{1-1,4}} = 10^6 Pa$$

18. – réponse c)

$$V_B = \frac{nRT_B}{P_B} = \left(\frac{P_A V_A}{T_A} \right) \frac{T_B}{P_B} = 0,8 \cdot 10^{-4} m^3$$

19. – réponse d)

loi de Mariotte pour une transformation isotherme du gaz parfait entre B et C : $PV = Cst$

$$P_B V_B = P_C V_C \rightarrow P_C = P_B \frac{V_B}{V_C} = P_B \frac{V_B}{V_A} = 10^6 \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{4,14 \cdot 10^{-4}} = 1,93 \cdot 10^5 Pa$$

20. – réponse b)

rappel : $dU = 0$ sur l'isotherme BC.

$$\Delta S_{BC} = \int_B^C \frac{\delta Q}{T} = \int_B^C \frac{dU - \delta W}{T} = \int_B^C \frac{-\delta W}{T} = \int_B^C \frac{P dV}{T} = \int_B^C nR \frac{dV}{V} = \frac{P_A V_A}{T_A} \int_B^C \frac{dV}{V} = \frac{P_A V_A}{T_A} \ln \frac{V_C}{V_B} = 0,471 J.K^{-1}$$

21. – réponse d)

S étant une fonction d'état et AB étant isentropique : $\Delta S_{AB} = 0 = \Delta S_{AC} + \Delta S_{CB}$

$$\Delta S_{CA} = \Delta S_{CB} = -0,471 J.K^{-1}$$

22. – réponse a)

la transformation CA étant isochore : $W_{CA}=0$

$$\Delta U_{CA} = Q_{CA} + W_{CA} = Q_{CA} = nC_V(T_A - T_C) = n \frac{R}{\gamma - 1} (T_A - T_B) = \frac{P_A V_A - P_B V_B}{\gamma - 1} = -96,3 \text{ J}$$

23. – réponse d)

$$\Delta S_{CA} = \int_c^A \frac{\delta Q}{T} + S_{CA}^0 = \frac{Q_{CA}}{T_A} + S_{CA}^0 \rightarrow S_{CA}^0 = \Delta S_{CA} - \frac{Q_{CA}}{T_A} = 0,196 \text{ J.K}^{-1} > 0$$

24. – réponse b)

il y a création d'entropie, la transformation est monotherme irréversible.

25. – réponse b)

$$\vec{F}_L = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

26. – réponse d)

loi de composition des vitesses à une date t quelconque : $\vec{v}_M^R = \vec{v}_M^{R'} + \vec{v}_O^{R'} + \vec{\Omega} \wedge \vec{O'M}$ avec $\vec{v}_O^{R'} = \vec{0}$ car $O' = O$

$$\text{à } t=0 : (\vec{v}_M^R)_0 = (\vec{v}_M^{R'})_0 + \vec{\Omega} \wedge \vec{O'O} \rightarrow \vec{v}_0 = \vec{v}_0'$$

27. – réponse d)

$$\vec{F}_{ie} = -m\vec{a}_e = -m \left[\vec{a}_O^R + \vec{\dot{\Omega}} \wedge \vec{O'M} + \vec{\Omega} \wedge (\vec{\Omega} \wedge \vec{O'M}) \right] \text{ avec } \vec{a}_O^R = \vec{0} \text{ et } \vec{\dot{\Omega}} = \vec{0} \rightarrow$$

$$\vec{F}_{ie} = -m \left[\vec{\Omega} \wedge (\vec{\Omega} \wedge \vec{O'M}) \right] = m\omega^2 \vec{OH}$$

28. – réponse a)

$$\vec{F} = q(\vec{v}_M^R \wedge \vec{B}) + \vec{F}_{ie} = qB(\vec{v}_M^R \wedge \vec{e}_z) = m\omega_c(\vec{\Omega} \wedge \vec{O'M}) \wedge \vec{e}_z + m\Omega^2 \vec{OH} = -m\frac{\omega_c^2}{2} \vec{OH} + m\frac{\omega_c^2}{4} \vec{OH} = -m\frac{\omega_c^2}{4} \vec{OH}$$

29. – réponse b)

$$\text{rem : le mouvement selon } Oz \text{ est uniforme car } \vec{F} \text{ est horizontale} \rightarrow \frac{d^2 \vec{HM}}{dt^2} = \vec{0}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d^2 \vec{OM}}{dt^2} = m \frac{d^2 (\vec{OH} + \vec{HM})}{dt^2} = m \frac{d^2 \vec{OH}}{dt^2} = -\frac{m\omega_c^2}{4} \vec{OH} \rightarrow \frac{d^2 \vec{OH}}{dt^2} + \frac{\omega_c^2}{4} \vec{OH} = 0 \rightarrow \text{équation}$$

différentielle vectorielle dont la solution est :

$$\vec{OH} = \vec{\alpha} \sin \frac{\omega_c}{2} t + \vec{\beta} \cos \frac{\omega_c}{2} t, \quad \vec{\dot{OH}} = \vec{\alpha} \frac{\omega_c}{2} \cos \frac{\omega_c}{2} t - \vec{\beta} \frac{\omega_c}{2} \sin \frac{\omega_c}{2} t$$

$$\text{à } t=0 : \vec{OH}(0) = \vec{O} = \vec{\beta} \text{ et } \vec{\dot{OH}}(0) = \vec{v}_{0x} = \vec{\alpha} \frac{\omega_c}{2} \rightarrow \vec{OH} = \frac{2v_{0x}}{\omega_c} \sin \frac{\omega_c}{2} t$$

$$\text{en projection sur } Ox' : x(t) = \frac{2v_{0x}}{\omega_c} \sin \omega_c t$$

30. – réponse c)

$$\text{en projection sur } Oy' : y(t) = 0$$