

1. Dans le référentiel galiléen $\mathcal{R}^*$ du centre de masse, l'ensemble des 2 particules est équivalent à l'étude du mouvement d'un point matériel <i>fictif</i> A de masse $\mu = \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)^{-1}$ de rayon vecteur $\vec{r} = \vec{CA} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$: Réponse B)		
2. Au cours du mouvement de A, les grandeurs conservatives sont l'énergie mécanique et le moment cinétique : Réponse A) et D)		
3. l'énergie mécanique E_m de A est $E_m = \frac{1}{2} \mu \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 - \frac{Gm_1 m_2}{r} = \frac{1}{2} \mu \left(\left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right) - \frac{Gm_1 m_2}{r}$: Réponse B)		
4. L'énergie cinétique est $E_k = \frac{1}{2} \mu \left(\left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right)$. La conservation du moment cinétique s'écrit : $L_z = \mu r^2 \frac{d\varphi}{dt}$ alors $E_k = \frac{1}{2} \mu \left(\left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right) = \frac{1}{2} \mu r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \left(\frac{1}{r^2} \left(\frac{dt}{d\varphi} \right)^2 \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + 1 \right)$ $E_k = \frac{1}{2} \mu r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \left(\frac{1}{r^2} \left(\frac{dr}{d\varphi} \right)^2 + 1 \right) = \frac{1}{2} \mu r^2 \left(\frac{L_z}{\mu r^2} \right)^2 \left(\frac{1}{r^2} \left(\frac{dr}{d\varphi} \right)^2 + 1 \right)$ $E_k = \frac{L_z^2}{2\mu r^2} \left(\frac{1}{r^2} \left(\frac{dr}{d\varphi} \right)^2 + 1 \right)$: Réponse C)		
5. En introduisant la fonction $u(\varphi) = 1/r(\varphi)$, $\frac{dr}{d\varphi} = \frac{d}{d\varphi} \left(\frac{1}{u} \right) = -\frac{1}{u^2} \left(\frac{du}{d\varphi} \right)$ $E_m = E_k - \frac{Gm_1 m_2}{r} = \frac{L_z^2}{2\mu r^2} \left(\frac{1}{r^2} \left(\frac{dr}{d\varphi} \right)^2 + 1 \right) - \frac{Gm_1 m_2}{r}$ $E_m = \frac{L_z^2 u^2}{2\mu} \left(u^2 \left(\frac{1}{u^2} \left(\frac{du}{d\varphi} \right) \right)^2 + 1 \right) - Gm_1 m_2 u$; $E_m = \frac{L_z^2}{2\mu} \left(\left(\frac{du}{d\varphi} \right)^2 + u^2 \right) - Gm_1 m_2 u$ En dérivant, $\frac{dE_m}{d\varphi} = \frac{L_z^2}{\mu} \left(\left(\frac{du}{d\varphi} \right) \frac{d^2 u}{d\varphi^2} + u \frac{du}{d\varphi} \right) - Gm_1 m_2 \frac{du}{d\varphi} = 0$ $\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + u = \frac{\mu Gm_1 m_2}{L_z^2} = \frac{1}{p}$ alors $p = \frac{L_z^2}{\mu Gm_1 m_2}$: Réponse B)		
6. La vitesse de libération correspond à l'énergie mécanique nulle : $\frac{1}{2} \mu v^2 - \frac{Gm_1 m_2}{R_t + h} = 0$ $v_\ell = \sqrt{\frac{2G(m_1 + m_2)}{R_t + h}} = \sqrt{\frac{2Gm_2}{R_t + h}} = 10,8 \text{ km/h}$: Réponse A)		

7. En régime continu, le condensateur se comporte comme interrupteur ouvert, le montage devient alors un amplificateur inverseur : $A_0 = \frac{u_s}{u_e} = -\frac{R_2}{R_1} = -1.2$: Réponse B)		
8. On applique la loi de nœuds en termes de potentiel en v_- avec $\underline{z}_1 = R_1$ et $\underline{y}_2 = \frac{1}{R_2} + jC\omega$. $0 = \frac{\underline{u}_e/\underline{z}_1 + \underline{u}_s/\underline{z}_2}{1/\underline{z}_1 + 1/\underline{z}_2}$ alors $\underline{A} = -\underline{z}_2/\underline{z}_1 = -1/\underline{y}_2 \underline{z}_1 = -1/\left(\frac{R_1}{R_2} + jR_1 C\omega\right)$ $\underline{A} = \frac{-R_2/R_1}{1 + jR_2 C\omega} = \frac{H_0}{1 + j\omega/\omega_c}$: La pulsation de coupure est $\omega_c = 1/R_2 C$ et la fréquence de coupure est $f_o = 1/2\pi R_2 C = 1895\text{Hz}$: Réponse A)		
9. La fonction de transfert est en module $A = \frac{R_2/R_1}{\sqrt{1 + (R_2 C\omega)^2}} = 0.41$ alors $u_{s,m} = Au_{e,m} = 0.41 * 8 = 3,3V$: Réponse D)		
10. Le déphasage est $\varphi = -180 - \arctan(f/f_o) = -250^\circ$ modulo 360: La sortie est en avance de 110° sur l'entrée. Réponse C)		
11. Le courant de sortie en notation complexe est $\underline{i}_s = \underline{u}_s \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + jC\omega \right)$ $i_{s,m} = u_{s,m} \sqrt{\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} \right)^2 + C^2 \omega^2} = 2,7\text{mA}$: Réponse C)		
12. Si $f=50\text{kHz}$ alors $\underline{A} \approx \frac{-R_2/R_1}{jR_2 C\omega}$: nous avons un montage intégrateur : La tension de sortie est de forme triangulaire. : Réponse B)		

13. La charge électrique totale $Q(R)$ contenue dans une sphère de centre O et de rayon R est $Q = e + \int_0^R 4\pi r^2 dr \rho(r) = e + \int_0^R 4\pi r^2 dr \rho_o \exp(-2r/a_o)$ Posons $x = 2r/a_o$ alors $dx = 2dr/a_o$ $Q = e + \frac{a_o^3}{8} \rho_o 4\pi \int_0^{2R/a_o} x^2 dx \exp(-x) = e + \frac{\rho_o \pi a_o^3}{2} \int_0^{2R/a_o} x^2 dx \exp(-x)$		
---	--	--

$Q = e + \frac{\rho_0 \pi a_0^3}{2} \left[-\left(x^2 + 2x + 2\right) \exp(-x) \right]_0^{2R/a_0}$ $Q = e + \frac{\rho_0 \pi a_0^3}{2} \left(-\left(4R^2/a_0^2 + 4R/a_0 + 2\right) \exp(-2R/a_0) + 2 \right)$ $Q(R) = e + \pi a_0^3 \rho_0 - \pi a_0^3 \rho_0 \left(1 + 2 \frac{R}{a_0} + \left(\frac{R}{a_0} \right)^2 \right) \exp \left(-2 \frac{R}{a_0} \right)$: Réponse D)		
14. Comme l'atome est neutre $Q(R \rightarrow \infty) = 0 = e + \pi a_0^3 \rho_0$; $\rho_0 = -\frac{e}{\pi a_0^3}$: Réponse C) $Q(R) = e - e + e \left(1 + 2 \frac{R}{a_0} + \left(\frac{R}{a_0} \right)^2 \right) \exp \left(-2 \frac{R}{a_0} \right) = e \left(1 + 2 \frac{R}{a_0} + \left(\frac{R}{a_0} \right)^2 \right) \exp \left(-2 \frac{R}{a_0} \right)$ alors		
15. D'après le théorème de Gauss, $E_r(r) = \frac{Q(r)}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 + 2 \frac{r}{a_0} + \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \right) \exp \left(-2 \frac{r}{a_0} \right)$ $E_r(r) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 + 2 \frac{r}{a_0} + \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \right) \exp \left(-2 \frac{r}{a_0} \right)$: Réponse A)		
16. Comme $\vec{E} = -\text{grad}V$ alors $E = -\frac{dV}{dr} =$ $\frac{e}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r^2} \right) \exp \left(-2 \frac{r}{a_0} \right) + \frac{2e}{4\pi\epsilon_0 a_0} \left(\frac{1}{r} + K \right) \exp \left(-2 \frac{r}{a_0} \right)$ $E = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \exp \left(-2 \frac{r}{a_0} \right) \left(1 + \frac{2r}{a_0} + 2K \frac{r^2}{a_0} \right) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 + 2 \frac{r}{a_0} + \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \right) \exp \left(-2 \frac{r}{a_0} \right)$ $1 + \frac{2r}{a_0} + 2K \frac{r^2}{a_0} = 1 + 2 \frac{r}{a_0} + \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \quad \frac{2K}{a_0} = \left(\frac{1}{a_0} \right)^2 \quad K = \frac{1}{2a_0}$ Par identification : Réponse C)		
17. Le mouvement est circulaire alors $ma = -m \frac{v^2}{a_0} e_r = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0^2} e_r$ soit $v^2 = \frac{e^2}{4m\pi\epsilon_0 a_0}$ $E_m = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0} = \frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0}$ L'énergie mécanique est $E_m = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0}$ Réponse D)		
18. $a_0 = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 E_m} = \frac{9 \cdot 10^9 (1,6 \cdot 10^{-19})}{2(13,6)} = 53 \text{ pm}$: Réponse A)		

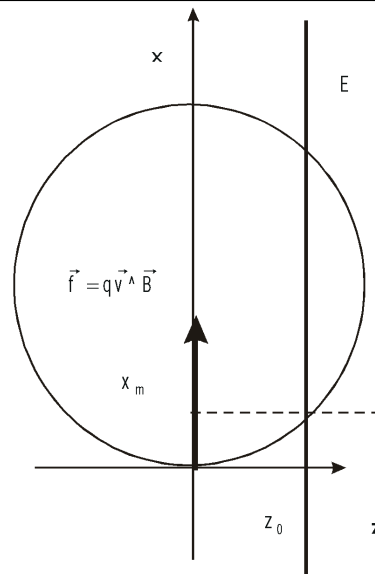
19. La capacité thermique massique à volume constant c_v de l'hélium est $c_v = \frac{3R}{2M} = 3.12 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$: Réponse B)		
20. Comme le gaz est parfait et la transformation isotherme : $pV = cte = \frac{mRT}{M}$ donc $p_2 = \frac{mRT}{MV_2} = \frac{500(8.315)600}{4(250 \cdot 10^{-3})} = 2.49 \cdot 10^6 \text{ Pa}$: Réponse A)		
21. Le travail est $W = - \int_{V_1}^{V_2} p dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{mRT_1}{M} \frac{dV}{V} = - \frac{mRT_1}{M} \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ $W = \frac{500(8.315)(600)}{4} \ln \left(\frac{250}{100} \right) = -571 \text{ kJ}$: Réponse B)		
22. Nous appliquons la loi de Laplace, $pV^\gamma = cte$ soit $TV^{\gamma-1} = cte$ $T_3 = T_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma = 600(2.5)^{2/3} = 1105 \text{ K}$ alors : Réponse D)		
23. $W_{1,3,1} = \cancel{W_{1,3}}_{adia} + \cancel{W_{3,2}}_{isochore} = \cancel{W_{1,3}}_{adia} = \Delta U_{1,3} = \frac{3Rm}{2M} (T_3 - T_2) = \frac{3(8.315)500}{2(4)} (1105 - 600) = 787 \text{ kJ}$: Réponse D)		
24. Pour un gaz parfait , $\Delta S = \frac{3Rm}{2M} \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) + \frac{Rm}{M} \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \frac{Rm}{M} \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \frac{8.32(500)}{4} \ln \left(\frac{250}{100} \right) = 952 \text{ J / K}$: Réponse C)		

25. D'après le relation fondamentale, $\overline{ma} = q\overline{E}$ Par projection dans la base cartésienne : $m \frac{d^2x}{dt^2} = qE$ (1), $m \frac{d^2y}{dt^2} = 0$ (2), $m \frac{d^2z}{dt^2} = 0$ (3) Alors $x = \frac{qE}{2m} t^2$, $y = 0$ et $z = v_0 t$ alors $x = \frac{qEz^2}{2mv_0^2} = -3,5 \text{ cm}$: Réponse C)		
26. Le mouvement est circulaire de rayon $R = \frac{mv_0}{ q B} = 28,4 \text{ cm}$ de centre (R,0,0) : Réponse D)		

27. alors $x_m < R$ et l'équation cartésienne du cercle est

$$(x - R)^2 + z^2 = R^2 \quad \text{soit}$$

$$x_m = R - \sqrt{R^2 - z_0^2} = 1,8 \text{ cm} \quad : \text{Réponse A)}$$



28. Le mouvement est rectiligne si $\vec{f} = 0 = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$ alors $B = \frac{E}{v_0} = 2mT$: Réponse B)

29. D'après la relation fondamentale, $m\vec{a} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} dx/dt \\ dy/dt \\ dz/dt \end{pmatrix}; \quad \vec{a} = \begin{pmatrix} d^2x/dt^2 \\ d^2y/dt^2 \\ d^2z/dt^2 \end{pmatrix}; \quad qE \begin{pmatrix} qE \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad q\vec{v} \wedge \vec{B} = q \begin{pmatrix} dx/dt \\ dy/dt \\ dz/dt \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ B \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -qB dz/dt \\ 0 \\ qB dx/dt \end{pmatrix}$$

alors $m d^2x/dt^2 = qE - qB dz/dt$ (1) et $m d^2z/dt^2 = qB dx/dt$ (2)

$$d^2x/dt^2 = \omega_c (E/B) - \omega_c dz/dt \quad (1) \quad \text{et} \quad d^2z/dt^2 = \omega_c dx/dt \quad (2)$$

En intégrant (2) $dz/dt = \omega_c x + cte$. A $t=0$, $v_z = v_0$ et $x=0$ donc $dz/dt = \omega_c x + v_0$

En substituant dans (1) $d^2x/dt^2 = \omega_c (E/B) - \omega_c dz/dt = \omega_c (E/B) - \omega_c (\omega_c x + v_0)$

$$d^2x/dt^2 + \omega_c^2 x = \omega_c (E/B - v_0) = a \quad \text{alors} \quad a = \omega_c (E/B - v_0) = \frac{q}{m} (E - Bv_0)$$

: Réponse D)

30. Comme $B = 2E/v_0$, $a = -\frac{qE}{m}$, et $x(t) = A \cos(\omega_c t) + B \cos(\omega_c t) - \frac{qE}{m\omega_c^2}$

En dérivant $\frac{dx}{dt}(t) = -A\omega_c \sin(\omega_c t) + B\omega_c \cos(\omega_c t)$

A $t=0$, $\frac{dx}{dt}(0) = 0$ et $x(0) = 0$ alors $B = 0$ et $A = \frac{qE}{m\omega_c^2}$:

$$x(t) = \frac{qE}{m\omega_c^2} (\cos(\omega_c t) - 1) = \frac{mE}{qB^2} (\cos(\omega_c t) - 1)$$

: Réponse B)

31. A partir des formules de conjugaison, $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ nous obtenons

$$\overline{OA'} = \frac{f' \overline{OA}}{f' + \overline{OA}} = p' = 141 \text{ mm}$$

: Réponse C)

32. $\alpha = \arctan\left(\frac{a}{p'}\right) = 10^\circ$ et $\beta = \arctan\left(\frac{b}{p'}\right) = 15^\circ$:

Le champ est donc INCORPORER Equation.DSMT4 : Réponse A)

33. L'angle est $\theta = \arctan \frac{2R}{D} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ rad} = 0.259^\circ = 16'$: Réponse B)

34. Le grandissement de l'appareil est $\gamma = \frac{p'}{p} \approx \frac{f'}{p} = -3,5 \times 10^{-10}$ alors sur le négatif le diamètre est $d_n = 2R|\gamma| = 1,22 \text{ mm}$. Le tirage papier correspond à un grandissement x4,16 par rapport au négatif donc $d = 5,1 \text{ mm}$: Réponse B)

A
part
ir
des
for
mul
es
de
conj
ugai
son,
INC
OR
PO
RE
R
Equ
atio
n.D
SM
T4

35. et $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -1$, nous obtenons $\overline{AA'} = 4f'$: $f' = 0,05 \text{ m}$: Réponse B)

36. La diapositive est placée dans la plan focal : $|\gamma| = \frac{4.5}{0.05} = 90$
les dimensions de l'image sont $24 \times 90 = 2.1 \text{ m}$ et $36 \times 90 = 3.2 \text{ m}$ soit $2,1 \times 3,2 \text{ m}^2$
Réponse C)