ICNA - SESSION 2002
ÉPREUVE COMMUNE DE PHYSIQUE
ÉNONCÉ

Questions faisant partie d'un même exercice.

[1,2,3,4,5,6] [7,8,9,10,11] [12,13,14,15] [16,17,18,19,20,21]
[22,23,24,25,26,27,28,29] [30,31,32,33] [34,35,36,37,38,39,40]

1. Des charges électrostatiques positives sont réparties uniformément, avec la densité linéique λ, sur deux segments de droite $[A_1A_2]$ et $[A_1A_4]$ perpendiculaires entre eux et de même longueur a (*figure 1*). Elles sont dans le vide de permittivité diélectrique ε_0.

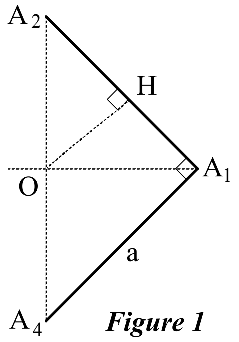


Figure 1

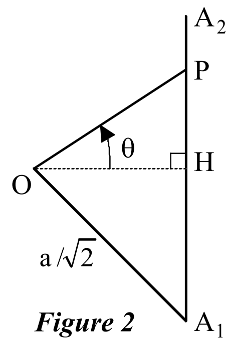


Figure 2

Dans un premier temps on se propose de déterminer le champ électrostatique **E**(O) créé par les charges du segment $[A_1A_2]$ au point O de la bissectrice de l'angle $(\mathbf{A_1A_2}, \mathbf{A_1A_4})$ situé au milieu de $[A_2A_4]$.
Indiquer la direction de **E**(O).

a) OH (H *milieu de* $[A_1A_2]$) b) Parallèle à $[A_1A_2]$
c) Perpendiculaire au plan (OA_1A_2) d) Aucune ($\mathbf{E}(O) = \mathbf{0}$)

2. Calculer l'intensité E(O) de ce champ. Il est commode d'utiliser comme variable d'intégration l'angle $\theta = (\mathbf{OH}, \mathbf{OP})$, où P est le point courant de la distribution (*figure 2*).

a) $E(O) = \dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$ b) $E(O) = 0$ c) $E(O) = \dfrac{\lambda}{\sqrt{2}\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$ d) $E(O) = \dfrac{\lambda\sqrt{2}}{\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$

3. Soit $\mathbf{E}_T(O)$ le champ électrostatique créé en O par les charges réparties sur les deux segments $[A_1A_2]$ et $[A_1A_4]$. Indiquer la direction de $\mathbf{E}_T(O)$ et déterminer son intensité $E_T(O)$.

a) Droite (OA_1) b) Perpendiculaire au plan $(A_1A_2A_4)$
c) $E_T(O) = \dfrac{\lambda\sqrt{2}}{\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$ d) $E_T(O) = \dfrac{\lambda}{\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$

4. Soit $\mathbf{E}_o$ le champ électrostatique créé au centre O du carré de sommets A_1, A_2, A_3, A_4, bâti sur les côtés A_1A_2 et A_1A_4 (*figure 3*). Déterminer l'intensité E_o de ce champ, sachant que les quatre côtés sont chargés uniformément avec la densité linéique λ.

a) $E_o = \dfrac{4\lambda}{\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$ b) $E_o = 0$
c) $E_o = \dfrac{4\lambda}{\sqrt{2}\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$ d) $E_o = \dfrac{4\sqrt{2}\lambda}{\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}$

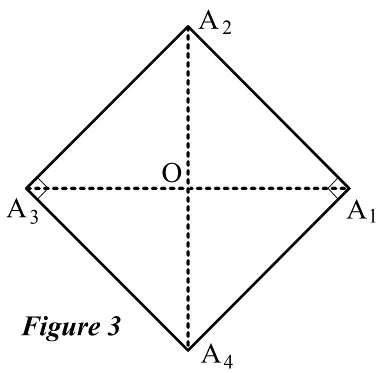


Figure 3

5. Les deux segments $[A_1A_2]$ et $[A_1A_4]$, toujours perpendiculaires entre eux, sont maintenant semi infinis (A_2 *et* A_4 *sont rejetés à l'infini*).
Déterminer la composante $E_1(O)$ selon A_1O du champ électrostatique créé en O par les charges de la demi droite $[A_1A_2]$.

a) $E_1(O) = \dfrac{\lambda}{2\sqrt{2}\pi\varepsilon_0 a}$ b) $E_1(O) = \dfrac{\lambda}{\pi\varepsilon_0 a}$ c) $E_1(O) = \dfrac{\lambda\sqrt{2}}{\pi\varepsilon_0 a}$ d) $E_1(O) = \dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}$

6. Dans ces conditions, comparer le champ électrostatique $\mathbf{E'}_T(O)$ créé en O par les charges des deux segments semi infinis et le champ électrostatique $\mathbf{E''}_T(O)$ qui serait créé en O par des charges réparties uniformément avec la densité λ sur une droite infinie située à la distance $\dfrac{a}{\sqrt{2}}$ de O.

a) $\mathbf{E''}_T(O) = 2\mathbf{E'}_T(O)$ b) $\mathbf{E''}_T(O) = \sqrt{2}\mathbf{E'}_T(O)$

c) $\mathbf{E''}_T(O) = \mathbf{E'}_T(O)$ d) $\mathbf{E''}_T(O) = \dfrac{1}{2}\mathbf{E'}_T(O)$

7. Deux demi spires circulaires de même centre O et de même rayon b sont parcourues par des courants continus de même intensité I et de même sens (*figure 4*). Elles appartiennent au même plan xOy du repère cartésien d'origine O.
Soit $\mathbf{B}(M)$ le champ magnétique qu'elles créent au point M de l'axe Oz d'abscisse $z = \overline{OM}$.
Indiquer la direction de $\mathbf{B}(M)$.

a) Axe Oz b) Axe Oy
c) Axe Ox d) Dans le plan xOz

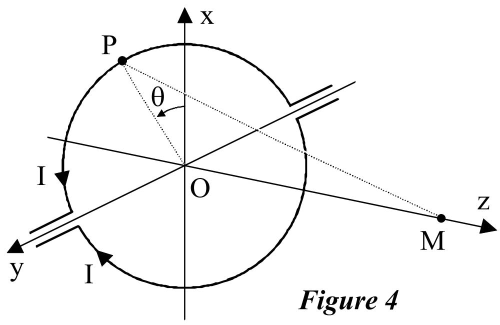


Figure 4

8. Déterminer l'intensité B(M) de ce champ. Il est commode d'utiliser comme variable d'intégration l'angle $\theta = (\mathbf{Ox}, \mathbf{OP})$, P désignant le point courant de la distribution.

a) $B(M) = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi}\dfrac{z^2}{\left(z^2+b^2\right)^{3/2}}$ b) $B(M) = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi}\dfrac{z}{\left(z^2+b^2\right)^{1/2}}$

c) $B(M) = \dfrac{\mu_0 I}{\pi}\dfrac{b}{\left(z^2+b^2\right)^{1/2}}$ d) $B(M) = \dfrac{\mu_0 I}{\pi}\dfrac{bz}{\left(z^2+b^2\right)^{3/2}}$

9. Un dipôle magnétique de moment $\mathbf{M} = M\mathbf{e}_z$ peut se déplacer sans frottement sur l'axe des z. Calculer la résultante des forces $\mathbf{F}$ qu'exerce le champ magnétique sur le dipôle.

a) $\mathbf{F} = \dfrac{\mu_0 IMb}{2\pi}\dfrac{3b^2-2z^2}{\left(z^2+b^2\right)^{5/2}}\mathbf{e}_y$ b) $\mathbf{F} = \dfrac{\mu_0 IMb}{\pi}\dfrac{b^2-2z^2}{\left(z^2+b^2\right)^{5/2}}\mathbf{e}_z$

c) $\mathbf{F} = \dfrac{\mu_0 IMb}{4\pi}\dfrac{5b^2-z^2}{\left(z^2+b^2\right)^{5/2}}\mathbf{e}_z$ d) $\mathbf{F} = \dfrac{\mu_0 IMb}{\pi}\dfrac{3b^2-4z^2}{\left(z^2+b^2\right)^{5/2}}\mathbf{e}_y$

10. Montrer qu'il existe deux positions d'équilibre.

a) $z_e = \dfrac{b}{2}$ b) $z_e = \dfrac{b}{\sqrt{2}}$ c) $z_e = -\dfrac{b}{2}$ d) $z_e = -\dfrac{b}{\sqrt{2}}$

11. Préciser si ces positions d'équilibre sont stables ou pas.

a) $z_e = \dfrac{b}{2}$ instable b) $z_e = -\dfrac{b}{2}$ stable c) $z_e = \dfrac{b}{\sqrt{2}}$ stable d) $z_e = -\dfrac{b}{\sqrt{2}}$ instable

12. Dans le plan xOy du référentiel $\mathcal{R}\left(O;\mathbf{e}_x,\mathbf{e}_y,\mathbf{e}_z\right)$ un mobile "ponctuel" P décrit la parabole d'équation cartésienne : $y^2 = 2px$ (p : *constante positive*). Sa vitesse **V**(P/$\mathcal{R}$), de composantes X et Y, est telle que l'ensemble des points N (X,Y), hodographe du mouvement de pôle O, a pour équation cartésienne : $X^2 = 2qY$ (q : *constante positive*).
Exprimer X et Y en fonction de y.

a) $X = \dfrac{2p^2q}{y^2}$ b) $Y = \dfrac{2p^4q}{y^4}$ c) $X = \dfrac{2pq}{y}$ d) $Y = \dfrac{2p^2q}{y^2}$

13. Exprimer l'accélération **a**(P/$\mathcal{R}$) du point P en fonction du vecteur position **OP**. Préciser la nature du mouvement de P.

a) $\mathbf{a}\left(P/\mathcal{R}\right) = -\dfrac{8p^4q^2}{y^6}\mathbf{OP}$ b) $\mathbf{a}\left(P/\mathcal{R}\right) = -\dfrac{2pq}{y^4}\mathbf{OP}$

c) Le mouvement de P est uniforme.
d) Le mouvement de P est à accélération centrale par rapport à O.

14. Établir les expressions de x et de y en fonction du temps t, sachant que le mobile passe en O à l'instant initial t = 0.

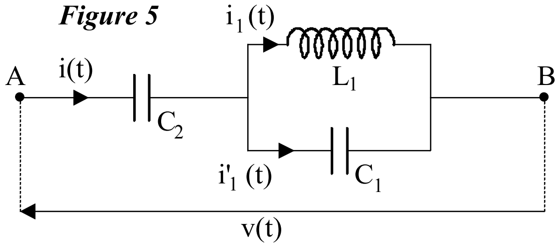
a) $x = \dfrac{\left(6pq^2t\right)^{1/3}}{2p}$ b) $y = \left(6pq^2t\right)^{1/6}$ c) $x = \dfrac{\left(6p^2qt\right)^{2/3}}{2p}$ d) $y = \left(6p^2qt\right)^{1/3}$

15. Calculer l'aire balayée $\dfrac{dS}{dt}$ par unité de temps par le vecteur **OP** lorsque P décrit sa trajectoire (*vitesse aréolaire*).

a) $\dfrac{dS}{dt} = pq^2t$ b) $\dfrac{dS}{dt} = -\dfrac{1}{2}pq$ c) $\dfrac{dS}{dt} = pq$ d) $\dfrac{dS}{dt} = -p^2qt$

16. Le dipôle de bornes A et B (*figure 5*) est soumis à la tension sinusoïdale $v(t) = V_0\cos(\omega t)$.
Calculer l'impédance complexe $\underline{Z}$ du dipôle.

Figure 5



a) $\underline{Z} = jL_1\omega\dfrac{1-L_1C_2\omega^2}{1-L_1\left(C_1+C_2\right)\omega^2}$ b) $\underline{Z} = -\dfrac{j}{C_2\omega}\dfrac{1-L_1\left(C_1+C_2\right)\omega^2}{1-L_1C_1\omega^2}$

c) $\underline{Z} = \dfrac{j}{C_2\omega}\dfrac{1-L_1C_1\omega^2}{1-L_1\left(C_1+C_2\right)\omega^2}$ d) $\underline{Z} = jL_1\omega\dfrac{1-L_1\left(C_1+C_2\right)\omega^2}{1-L_1C_1\omega^2}$

17. En déduire l'expression, en fonction du temps t, de l'intensité i(t) du courant qui traverse le condensateur de capacité C_2.

a) $i(t) = -\dfrac{1}{L_1\omega}\dfrac{1-L_1C_1\omega^2}{1-L_1C_2\omega^2}V_0\sin(\omega t)$ b) $i(t) = C_2\omega\dfrac{1}{1-L_1\left(C_1+C_2\right)\omega^2}V_0\cos(\omega t)$

c) $i(t) = C_1\omega\left(1-L_1C_2\omega^2\right)V_0\sin(\omega t)$ d) $i(t) = -C_2\omega\dfrac{1-L_1C_1\omega^2}{1-L_1\left(C_1+C_2\right)\omega^2}V_0\sin(\omega t)$

18. De même, établir les expressions, en fonction du temps, des intensités $i_1(t)$ et $i'_1(t)$ des courants qui circulent respectivement dans la bobine d'inductance propre L_1 et le condensateur de capacité C_1.

a) $i_1(t) = \dfrac{-C_2\omega V_0}{1-L_1(C_1+C_2)\omega^2}\sin(\omega t)$ b) $i_1(t) = \dfrac{1}{L_1\omega}\dfrac{V_0}{1-L_1(C_1+C_2)\omega^2}\cos(\omega t)$

c) $i'_1(t) = \dfrac{L_1C_1C_2\omega^3 V_0}{1-L_1(C_1+C_2)\omega^2}\sin(\omega t)$ d) $i_1(t) = \dfrac{C_1\omega V_0}{1-L_1(C_1+C_2)\omega^2}\cos(\omega t)$

19. Donner les expressions des pulsations ω_1 et ω_2 pour lesquelles l'intensité i(t) est respectivement nulle (ω_1) et infinie (ω_2).

a) $\omega_1 = \dfrac{1}{\sqrt{L_1C_2}}$ b) $\omega_1 = \dfrac{1}{\sqrt{L_1C_1}}$ c) $\omega_2 = \dfrac{1}{\sqrt{L_1(C_1+C_2)}}$ d) $\omega_2 = \dfrac{1}{\sqrt{L_1C_2}}$

20. La fréquence correspondant à la pulsation ω_1 est 5 kHz et celle correspondant à la pulsation w_2 est 2,5 kHz. Sachant que C_1 = 14 nF, calculer L_1 et C_2 exprimés respectivement en mH et en nF.

a) L_1 = 18,1 mH b) L_1 = 72,4 mH c) C_2 = 10 nF d) C_2 = 42 nF

21. Pour la pulsation ω_3 telle que $L_1C_2\omega_3^2 = 1$ (*résonance série entre la bobine et le condensateur de capacité* C_2), montrer que l'intensité $i'_1(t)$ du courant qui circule dans le condensateur de capacité C_1 ne dépend pas de l'un des éléments du dipôle et établir son expression en fonction du temps en mA, sachant que V_0 = 20 V.

a) $i'_1(t)$ ne dépend pas de L_1 b) $i'_1(t)$ ne dépend pas de C_1

c) $i'_1(t) = 6,6\sin(9.10^4 t)$ (mA) d) $i'_1(t) = -15,2\sin(18,1.10^3 t)$ (mA)

22. Une onde progressive plane sinusoïdale, de fréquence $1,6.10^{10}$ Hz, se propage dans le vide dans la direction de l'axe Ox. A la date t, son champ magnétique complexe $\underline{\mathbf{B}}$ au point P(x,y,z) est :

$$\underline{\mathbf{B}} = \frac{E_0}{c}\exp\left[j(kx-\omega t)\right]\begin{cases}0\\-j\\p\end{cases}$$

E_0, k et ω sont des scalaires réels positifs ; p est un scalaire réel positif ou nul.
j désigne le nombre complexe tel que $j^2 = -1$.
c désigne la célérité de la lumière dans le vide ($c = 3.10^5$ km.s^{-1}).
On rappelle que la perméabilité magnétique du vide vaut $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,\text{H.m}^{-1}$.
Calculer ω et k.

a) $\omega = 10^{13}\,\text{rad.s}^{-1}$ b) $\omega = 10^{11}\,\text{rad.s}^{-1}$ c) $k = 335\,\text{m}^{-1}$ d) $k = 16\,\text{m}^{-1}$

23. Écrire l'expression du champ magnétique réel **B**. Préciser le type de déphasage entre les deux composantes non nulles de **B**.

a) $\mathbf{B} = \dfrac{E_0}{c}\begin{cases}0\\\sin(kx-\omega t)\\p\cos(kx-\omega t)\end{cases}$ b) $\mathbf{B} = \dfrac{E_0}{c}\begin{cases}0\\-\sin(kx-\omega t)\\p\sin(kx-\omega t)\end{cases}$

c) Composantes en quadrature. d) Composantes en opposition de phase.

24. Déterminer le vecteur champ électrique réel **E** = **E**(P,t).

a) $\mathbf{E} = E_0\begin{cases}0\\p\cos(kx-\omega t)\\\cos(kx-\omega t)\end{cases}$ b) $\mathbf{E} = E_0\begin{cases}0\\-\cos(kx-\omega t)\\p\cos(kx-\omega t)\end{cases}$

c) $\mathbf{E} = E_0\begin{cases}0\\\sin(kx-\omega t)\\p\cos(kx-\omega t)\end{cases}$ d) $\mathbf{E} = E_0\begin{cases}0\\p\cos(kx-\omega t)\\-\sin(kx-\omega t)\end{cases}$

25. Indiquer la polarisation de l'onde lorsque p = 0 et p = 1.

a) p = 0 : polarisation rectiligne selon Ox. b) p = 0 : polarisation rectiligne selon Oz.
c) p = 1 : polarisation elliptique. d) p = 1 : polarisation circulaire.

26. Déterminer l'expression de la valeur moyenne temporelle $\langle\|\mathbf{R}\|\rangle$ de la norme du vecteur de Poynting **R** de l'onde.

a) $\langle\|\mathbf{R}\|\rangle = \dfrac{E_0^2}{2\mu_0 c}$ b) $\langle\|\mathbf{R}\|\rangle = \dfrac{E_0^2}{\mu_0 c}p^2$

c) $\langle\|\mathbf{R}\|\rangle = \dfrac{E_0^2}{2\mu_0 c}\left(p^2+1\right)$ d) $\langle\|\mathbf{R}\|\rangle = \dfrac{E_0^2}{\mu_0 c}\left(p^2+p+1\right)$

27. Sachant que la puissance moyenne transportée par l'onde à travers une surface unité perpendiculaire à la direction de propagation est de 0,4 $W.m^{-2}$ lorsque p = 0, déterminer les amplitudes E_0 et B_0 des champs électrique et magnétique de l'onde.

a) $E_0 = 17{,}37\,V.m^{-1}$ b) $E_0 = 3{,}34\,V.m^{-1}$ c) $B_0 = 1{,}11.10^{-8}\,T$ d) $B_0 = 5{,}8.10^{-8}\,T$

28. Toujours dans le cas où p = 0, un dispositif de réception constitué par un cadre carré, de côté 2b, comportant n spires, a son centre à l'origine O des coordonnées.
On positionne le cadre de telle sorte que le flux magnétique Φ qui le traverse soit maximal. Déterminer l'expression de Φ en fonction du temps.

a) $\Phi(t) = -\dfrac{bE_0}{\omega} n \sin(kb)\cos(\omega t)$ b) $\Phi(t) = \dfrac{4bE_0}{\omega} n \cos(kb)\cos(\omega t)$

c) $\Phi(t) = -\dfrac{4bE_0}{\omega} n \sin(kb)\sin(\omega t)$ d) $\Phi(t) = \dfrac{bE_0}{\omega} n \cos(kb)\sin(\omega t)$

29. En déduire l'expression de la force électromotrice e(t) induite dans le cadre sachant que b = 8 cm et n = 20.

a) $e(t) = 14{,}12\sin\left(10^{13}t\right)$ (V) b) $e(t) = 7{,}06\sin\left(10^{11}t\right)$ (V)

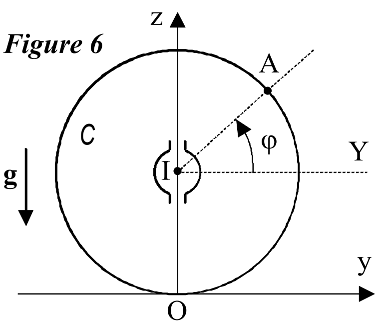
c) $e(t) = 55{,}5\cos\left(10^{13}t\right)$ (V) d) $e(t) = 111\cos\left(10^{11}t\right)$ (V)

30. Un solide rigide $\mathcal{S}$ est constitué par :

♦ un cerceau $\mathcal{C}$ de centre I, de rayon b et de masse m répartie de manière homogène ;
♦ un point matériel A, de masse m/2, fixé sur le cerceau.

Le solide se déplace dans le plan yOz du référentiel galiléen $\mathcal{R}\left(O;\mathbf{e}_x,\mathbf{e}_y,\mathbf{e}_z\right)$ dont l'axe Oz est la verticale ascendante ; le champ de pesanteur **g** est supposé uniforme.
Le centre I du cerceau se trouve à tout instant sur l'axe Oz de $\mathcal{R}$ à la distance b de O, de telle sorte que le solide est en contact permanent avec l'axe Oy à l'origine O.
La rotation du solide est repérée par l'angle $\varphi = (\mathbf{IY},\mathbf{IA})$ où IY est l'axe passant par I de même direction et de même sens que Oy.

Figure 6



Indiquer la droite sur laquelle se trouve le centre de masse G de $\mathcal{S}$ et donner la distance IG.

a) Droite IA b) Médiatrice de IA c) IG = 2b/3 d) IG = b/3

31. Calculer, à une constante arbitraire près, l'énergie mécanique E_m du solide $\mathcal{S}$ par rapport à $\mathcal{R}$. On rappelle que le moment d'inertie du cerceau par rapport à son axe de révolution est mb^2.

a) $E_m = \dfrac{3}{2}mgb\left(1+\dfrac{1}{3}\sin\varphi\right)+\dfrac{3}{2}mb^2\dot{\varphi}^2$ b) $E_m = \dfrac{3}{2}mgb\left(1+\dfrac{1}{3}\cos\varphi\right)+\dfrac{3}{2}mb^2\dot{\varphi}^2$

c) $E_m = \dfrac{3}{2}mgb\left(1+\dfrac{1}{3}\sin\varphi\right)+\dfrac{3}{4}mb^2\dot{\varphi}^2$ d) $E_m = \dfrac{3}{4}mgb\left(1+\dfrac{1}{3}\sin\varphi\right)+\dfrac{3}{2}mb^2\dot{\varphi}^2$

32. Les liaisons mécaniques en O et en I étant parfaites, les actions de contact ont une puissance nulle. Déterminer la condition pour que le mouvement de S soit révolutif sachant, qu'à l'instant de départ, A se trouve en O et le solide est lancé avec la vitesse angulaire $\dot{\varphi}_0 > 0$.

a) $\dot{\varphi}_0 \geq \sqrt{\frac{g}{2b}}$ b) $\dot{\varphi}_0 \geq \sqrt{\frac{2g}{3b}}$ c) $\dot{\varphi}_0 \geq \sqrt{\frac{g}{b}}$ d) $\dot{\varphi}_0 \geq \sqrt{\frac{4g}{3b}}$

33. Déterminer la période T des petites oscillations de S autour de sa position d'équilibre stable.

a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{4b}{g}}$ b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{3b}{g}}$ c) $T = 2\pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$ d) $T = 2\pi\sqrt{\frac{b}{g}}$

34. A l'état initial (0), une mole d'hélium occupe le volume V_0 = 20 litres sous la pression atmosphérique ($p_0 = 10^5$ Pa).
Le gaz subit successivement trois transformations réversibles :
♦ $0 \to 1$: isobare qui triple son volume ;
♦ $1 \to 2$: isotherme qui ramène son volume au volume initial V_0 ;
♦ $2 \to 0$: isochore qui ramène sa pression à la pression initiale p_0.
Dans un premier temps, le gaz est supposé parfait. Son coefficient γ, rapport des capacités thermiques molaires à pression et à volume constants, est de 5/3.
On rappelle que la constante des gaz parfaits est : $R = 8{,}3\ J.K^{-1}.mole^{-1}$.
Dans toute la suite, W désigne un travail échangé avec le milieu extérieur et Q un transfert thermique avec l'extérieur.
Pour la transformation isobare $0 \to 1$, calculer, en kJ, W_{01} et Q_{01}.

a) $W_{01} = -4$ kJ b) $W_{01} = 2$ kJ c) $Q_{01} = 5$ kJ d) $Q_{01} = 10$ kJ

35. Toujours pour la transformation $0 \to 1$, calculer les variations ΔU_{01} de l'énergie interne et ΔS_{01} de l'entropie.

a) $\Delta U_{01} = 12$ kJ b) $\Delta U_{01} = 6$ kJ c) $\Delta S_{01} = 22{,}8\ J.k^{-1}$ d) $\Delta S_{01} = 2{,}3\ J.K^{-1}$

36. Pour la transformation isotherme $1 \to 2$, calculer W_{12} et Q_{12}.

a) $W_{12} = 3{,}3$ kJ b) $W_{12} = 6{,}6$ kJ c) $Q_{12} = -6{,}6$ kJ d) $Q_{12} = 9{,}9$ kJ

37. Toujours pour la transformation $1 \to 2$, calculer ΔU_{12} et ΔS_{12}.

a) $\Delta U_{12} = -3{,}3$ kJ b) $\Delta U_{12} = 0$ c) $\Delta S_{12} = 3\ J.K^{-1}$ d) $\Delta S_{12} = -9{,}1\ J.K^{-1}$

38. Pour la transformation isochore $2 \to 0$, calculer ΔU_{20} et ΔS_{20}.

a) $\Delta U_{20} = -6$ kJ b) $\Delta U_{20} = 6$ kJ c) $\Delta S_{20} = -13{,}7\ J.K^{-1}$ d) $\Delta S_{20} = -5{,}3\ J.K^{-1}$

39. On se propose de savoir si, dans les conditions choisies, l'hélium se comporte comme un gaz parfait. Pour ce faire, on suppose maintenant que le gaz a un comportement réel régi par l'équation d'état de Dieterici : $p\frac{RT}{V-b}\exp\left(-\frac{a}{RTV}\right)$, avec $a = 3,4.10^{-3}\,N.m^4$ et $b = 2,3.10^5\,m^3$.
Compte tenu du fait que dans les conditions de l'expérience, le volume V a des valeurs élevées, établir l'expression approchée de p sous la forme : $p = \frac{A}{V} + \frac{B}{V^2} + ...$; on se limitera aux termes en $\frac{1}{V^2}$.

a) $p = \frac{RT}{V} + \frac{bRT - 2a}{V^2}$ b) $p = \frac{RT}{V} + \frac{2bRT - a}{V^2}$

c) $p = \frac{RT}{V} + \frac{aRT - 2b}{V^2}$ d) $p = \frac{RT}{V} + \frac{bRT - a}{V^2}$

40. On considère la transformation isotherme $1 \to 2$, pour laquelle le travail est maintenant W'_{12}.
Calculer l'écart relatif $\eta = \frac{W'_{12} - W_{12}}{W_{12}}$ où W_{12} est le travail calculé à la question 36. Indiquer dans ces conditions si l'hélium peut être considéré dans l'expérience comme un gaz parfait.

a) $\eta = 1{,}5$ b) $\eta = 7.10^{-4}$
c) L'hélium se comporte comme un gaz parfait. d) L'hélium ne se comporte pas comme un gaz parfait.