Physique e3a MP 2023

Proposition de corrigé

Vivre dans l'espace

Partie I - Se libérer de l'attraction terrestre

I. 1 - L'attraction gravitationnelle terrestre

Q1.

Définition d'un référentiel galiléen

Plusieurs réponses possibles : référentiel

- dans lequel la loi de Newton est vérifiée
- le principe d'inertie s'applique (en le citant)
- système soumis à une force résultante nulle animé d'un mouvement rectiligne uniforme

Condition(s) pour considérer le référentiel terrestre comme galiléen : cours

Echelles spatiale et temporelle suffisamment faibles : localisation et durée << 24h...

Q2.

Expression de la force gravitationnelle terrestre

$$\boxed{\vec{F}_G = -G\frac{mM_T}{r^2}\vec{e}_r}$$

Energie potentielle gravitationnelle

$$\boxed{E_p(r) = -G\frac{mM_T}{r} + \underbrace{E_p(\infty)}_{=0}}$$

Dépendance en r

La force gravitationnelle ne dépend que de r et elle est conservative.

⟶ Ses primitives ne dépendent aussi que de r.

Q3.

Signification physique d'un mouvement qualifié de " lié " : cours
Plusieurs réponses possibles :
- énergie mécaniques < 0, avec schéma
- distance au foyer centre de force bornée en valeur supérieure
- etc.

Valeur maximale de l'énergie mécanique E_m
De la même façon, avec ou sans schéma :
$E_m max = 0$, mouvement parabolique (ici)

Q4.

Vitesse v_{lib}
Condition pour "soustraire" :
On se place à la <u>surface terrestre</u> $r = R_T$: $E_m = 0 = E_c + E_p(R_T)$

Expression :

Ainsi : $\boxed{v_{lib} = \sqrt{\dfrac{2GM_T}{R_T}}}$

AN (non demandée) : $v_{lib} = 11\,km.s^{-1}$

I. 2 - Tir d'un boulet de canon

Q5.

Analyse dimensionnelle
$[F_f] \overset{def}{=} MLT^{-2} \overset{ici}{=} [\gamma]L^2T^{-2}$

Ainsi : $[\gamma] = M\dfrac{LT^{-2}}{L^2T^{-2}} \Rightarrow \boxed{[\gamma] = \dfrac{M}{L}}$

Dimension du paramètre ℓ_f

De façon immédiate : $\boxed{[\ell_f] = L}$

Q6.

Hauteur maximale h_{max} *puis retombée.*

S'il n' a pas de frottements :

Conservation énergie mécanique, $E_c \searrow \Leftrightarrow E_p \nearrow$

D'où $\exists$ h_{max} quand v s'annule.

La présence de frottements causent de la dissipation et diminuent l'énergie mécanique, ce qui diminue aussi la hauteur maximale atteinte.

Inversion

Quand v=0, mouvement se fait ensuite en sens inverse : le boulet "tombe", attiré vers le sol.

Si on remarque que la vitesse initiale du boulet est inférieure à la vitesse de libération, alors le mouvement est lié, et le boulet ne peut échapper à l'attraction terrestre, a fortiori en présence de frottements.

Q7.

PFD correctement appliqué (système bien défini + schéma) :

$m\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{m}{\ell_f}|\vec{v}|\,\vec{v} + m\vec{g}$ On simplifie par m ensuite.

Phase ascendante

$\vec{v} = v\vec{u}_z$

Ainsi : $\frac{dv}{dt} = -\frac{1}{\ell_f}v^2 - g$

D'où l'équation différentielle : $\boxed{\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\ell_f}v^2 = -g \text{ (1)}}$

Phase descendante

$\vec{v} = -v\vec{u}_z$

Ainsi : $-\frac{dv}{dt} = \frac{1}{\ell_f}v^2 - g$

D'où l'équation différentielle : $\boxed{\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\ell_f}v^2 = +g \text{ (2)}}$

Q8.

Vitesse limite asymptotique v_{lim}

La courbe 4 montre que $v \to v_{lim}$ dans la phase descendante.

Ce qui est confirmer par la partie rectiligne de la fin de la courbe 5

Phase ascendante

Ces caractéristiques n'apparaissent pas pour la phase ascendante

Justification

Cela se confirme sur les 2 équations différentielle.

Une vitesse limite v_{lim} impose $\frac{dv}{dt} = 0$ ce qui conduit à une solution pour (2) ($v^2 > 0$), mais pas pour (1) ($v^2 < 0$)

Q9.

Vitesse v_{lim} *en fonction des données du problème*

Immédiat à partir de (2) : $\frac{dv}{dt} = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{\ell_f}v^2 = g$

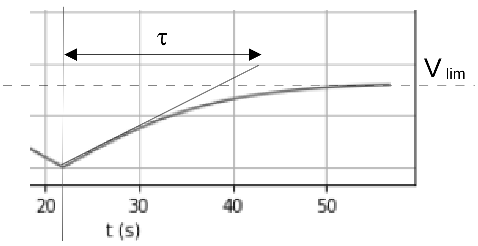
Soit : $\boxed{v_{lim} = \sqrt{g\ell_f}}$

Q10.

Régime transitoire et régime permanent

On peut définir le régime permanent quand la vitesse limite est atteinte, soit dans la phase descendante uniquement.

Temps caractéristique τ *du régime transitoire* : analyse



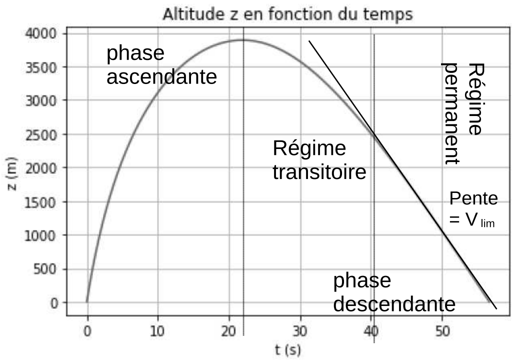
Nature du mouvement lors du régime permanent descendant : réflexion

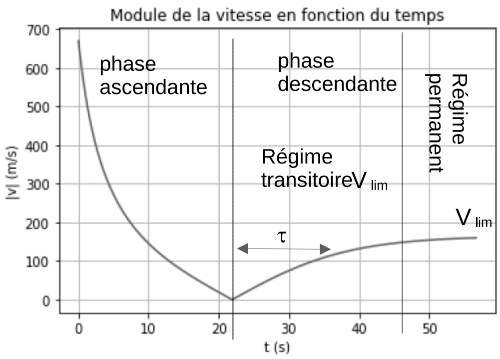
Mouvement rectiligne uniforme de vitesse de norme v_{lim} : $\overrightarrow{v} = -v_{lim}\overrightarrow{u}_z$

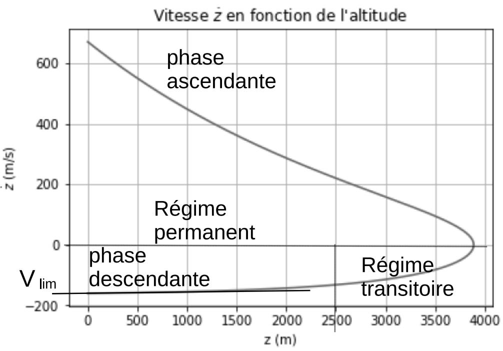
Q11.

Phase ascendante

Phase descendante







On peut aussi mettre en évidence graphiquement ℓ_f

Q12.

Expression de $v_+(t)$: phase ascendante

Transformation de l'équation différentielle : $\dfrac{dv}{dt} = -\dfrac{1}{\ell_f}v^2 - g \Leftrightarrow \ell_f\dfrac{dv}{dt} = -v^2 - g\ell_f = -(v^2 + v_{lim}^2)$

Soit : $\dfrac{dv}{v^2 + v_{lim}^2} = -\dfrac{dt}{\ell_f}$

$\dfrac{1}{v_{lim}^2}\dfrac{dv}{(v/v_{lim})^2 + 1} = -\dfrac{dt}{\ell_f}$ ou encore : $\dfrac{dv}{(v/v_{lim})^2 + 1} = -v_{lim}^2\dfrac{dt}{\ell_f}$

On pose : $\widetilde{v} = v/v_{lim}$ et $\tau = \dfrac{v_{lim}}{\ell_f} = \sqrt{\dfrac{g}{\ell_f}}$, puis $\widetilde{t} = t/\tau$

L'équation différentielle simplifiée s'écrit : $\dfrac{d\widetilde{v}}{\widetilde{v}^2 + 1} = -\,d\widetilde{t}$

Résolution

Grâce au formulaire, on résout : $\arctan \widetilde{v} = -\widetilde{t} + cte$

t=0 : $v = v_0$ et $\widetilde{v}_0 = \dfrac{v_0}{v_{lim}} \longrightarrow cte = \arctan \widetilde{v}_0$

d'où, en notation réduite : $\boxed{\arctan \widetilde{v}_+ = \arctan \widetilde{v}_0 - \widetilde{t}}$ ou $\boxed{\widetilde{v}_+ = \tan\left(\widetilde{v}_0 - \tan(\widetilde{t})\right)}$

Expression de v₋(t) : phase descendante

Transformation de l'équation différentielle : $-\dfrac{dv}{dt} = \dfrac{1}{\ell_f} v^2 - g \Leftrightarrow \ell_f \dfrac{dv}{dt} = -v^2 + g\ell_f = -v^2 + v_{lim}^2$

Soit : $\dfrac{dv}{-v^2 + v_{lim}^2} = \dfrac{dt}{\ell_f}$

$\dfrac{1}{v_{lim}^2} \dfrac{dv}{1 - (v/v_{lim})^2} = \dfrac{dt}{\ell_f}$ ou encore : $\dfrac{dv}{1 - (v/v_{lim})^2} = v_{lim}^2 \dfrac{dt}{\ell_f}$

On pose : $\widetilde{v} = v/v_{lim}$ et $\tau = \dfrac{\ell_f}{v_{lim}} = \sqrt{\dfrac{g}{\ell_f}}$, puis $\widetilde{t} = t/\tau$

L'équation différentielle simplifiée s'écrit : $\dfrac{d\widetilde{v}}{1 - \widetilde{v}^2} = d\widetilde{t}$

Résolution

Grâce au formulaire, on résout : argtanh$\widetilde{v} = \widetilde{t} + cte$

$t = t(h_{max})$: $v = 0$ et $\longrightarrow cte = -\widetilde{t_{max}}$

d'où, en notation réduite : $\boxed{\text{argtanh}\,\widetilde{v}_- = \widetilde{t} - \widetilde{t_{max}}}$ ou $\boxed{\widetilde{v}_- = \tanh\left(\widetilde{t} - \widetilde{t_{max}}\right)}$

Q13.

Recoupement des résultats

Les solutions mathématiques confirment les observations :

Phase ascendante

Existence d'une date pour laquelle v_+ s'annule.

Phase descendante

Asymptote pour la phase descendante, temps caractéristique.

RT : évolution de v_-

RP : $v_- = cte = v_{lim}$

Q14.

Valeurs graphiques v_{lim}, τ *et* ℓ_f : lecture de documents

$\boxed{v_{lim} \sim 160\ m.s^{-1}}$ $\boxed{\tau \sim 15\ s}$ $\longrightarrow$ $\boxed{\ell_f = 2,4\ km.s^{-1} \sim g\tau^2 = 2,25\ km.s^{-1}}$

Cohérence numérique

Q15.

Hypothèse de l'uniformité de l'accélération de la pesanteur

Le système monte jusqu'à 4 km, on peut s'attendre à une variation de l'attraction gravitationnelle, mais cela reste toutefois négligeable : 4 km $\lll$ 6400 km

Forme quadratique de la force de frottement

La forme quadratique semble bien adaptée à un système se déplaçant dans l'air.

Q16.

Force à ajouter : cours

La force d'inertie d'entrainement ue au caractère non galiléen du référentiel terrestre est incluse dans $\overrightarrow{g}$ $\longleftarrow$ *Mais ce n'est pas au programme*

En fait il faut tenir compte de la force d'inertie complémentaire ou de Coriolis

Expression de la force

$$\boxed{\overrightarrow{F}_{ic} = -2m\overrightarrow{\Omega} \wedge \overrightarrow{v}}$$

Évaluation de l'ordre de grandeur de la valeur maximale atteinte

Le module maximal de cette force vaut $F_c = 2m\Omega v_0$

On peut comparer F_c/m et g : $\dfrac{2x\Omega v_0}{g} = \dfrac{2x7.10^{-5}x650}{10} = \dfrac{0,1}{10} \lll 1$

$$\boxed{\frac{F_c/m}{g} \ll 1}$$

Modification de la trajectoire du boulet

La trajectoire n'est pas affectée de façon visible.

Conclusion

L'hypothèse de l'étude effectuée dans un référentiel galiléen est suffisante.

Partie II - Étude d'une station spatiale

II. 1 - Référentiel en orbite terrestre

Q17.

Forces (nom et expression)

Attraction gravitationnelle terrestre : $\overrightarrow{F}_G = -G\,\dfrac{mM_T}{(R_T+h)^2}\overrightarrow{e}_r$

Force d'inertie d'entrainement due au caractère non galiléen du référentiel de la capsule : $\overrightarrow{F}_e = -m\overrightarrow{a}_{cap}$, $\overrightarrow{a}_{cap}$ est l'accélération du mouvement de translation circulaire.

Comme les dimensions de la capsule sont $\lll$ à l'altitude h, on suppose que $\overrightarrow{a}_{cap}$ est uniforme à l'échelle de la capsule.

Remarque : la force complémentaire est nulle ici $\longleftarrow$ translation circulaire.

Q18.

Définition

La force d'inertie d'entrainement compense exactement l'attraction gravitationnelle.

A l'équilibre dans ce référentiel, la réaction de tout support s'annule. On "flotte".

Justification

Le mouvement de la capsule est dû à la force centrale d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre.

L'accélération de la capsule est donc égale au champ gravitationnel à l'altitude h.

$\Rightarrow$ Les 2 forces précédentes qui s'exerce sur le système se compensent.

$\Leftrightarrow$ la capsule est en "chute libre", comme tout ce qui est à l'intérieur $\leftrightarrow$ "impesanteur"

II. 2 - La station orbitale

Q19.

Sensation de pesanteur artificielle

La station est en mouvement de rotation uniforme par rapport à son environnement supposé galiléen ici.

Pour un point M dans la capsule la force d'entrainement est radiale, vers l'extérieur

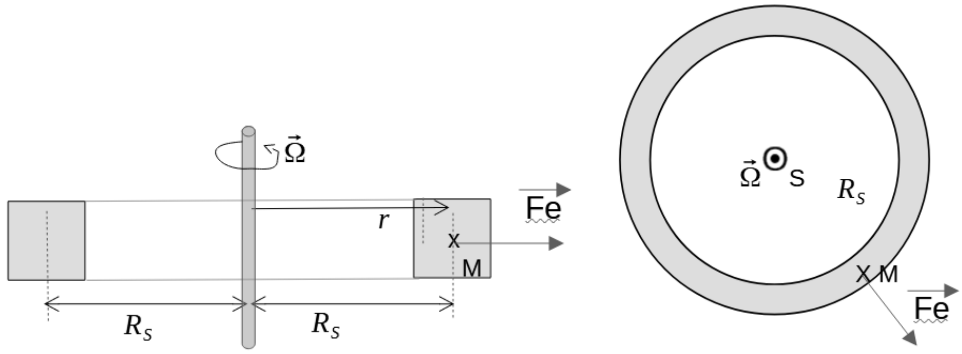
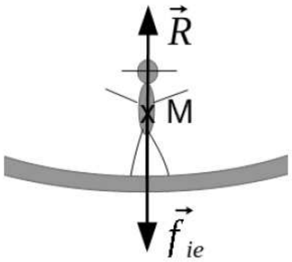


Schéma lisible et clair

Bilan des forces à l'équilibre



A l'équilibre dans la station, la réaction de la paroi compense la force d'inertie d'entrainement, force axifuge jouant le rôle de "poids"

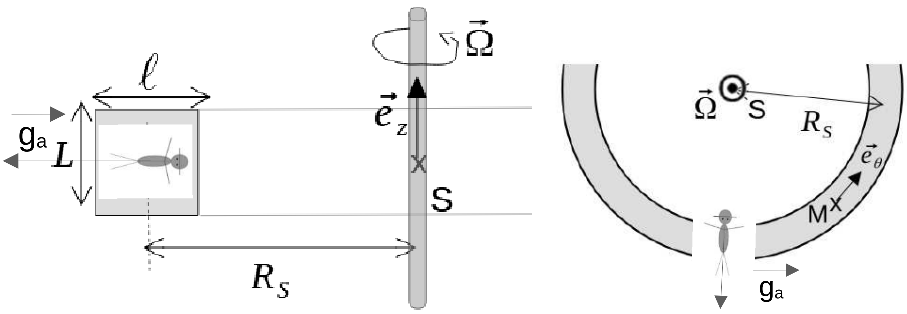
Q20.

Orientation de $\vec{g}_a$: réflexion

$\boxed{\vec{g}_a = \Omega^2 R_S \vec{e}_r}$ En supposant ℓ suffisamment $\ll R_S$ pour que g_a soit uniforme.

Figures 10 bis et 11 bis

La tête est vers l'axe de rotation.



Q21.

Relation

Valeur de Ω

$$\boxed{\Omega = \sqrt{\frac{g}{R_S}}}$$

AN : $\boxed{\Omega \sim 0,3\,rad.s^{-1}}$

II. 3 - Activités dans la station orbitale

Q22.

Force supplémentaire

Dans un référentiel non galiléen en rotation, ce qui est le cas de la station, un système M de vitesse non nulle est soumis à une force complémentaire.

Compte-tenu des orientation, $\overrightarrow{F}_{ic}$ est radiale, selon $\pm\overrightarrow{e}_r$

Sens de déplacement des objets massifs

Si $\overrightarrow{v}$ est selon $+\overrightarrow{e}_\theta$, alors $\overrightarrow{F}_{ic}$ s'ajoute à $\overrightarrow{F}_{ie}$ et augmente le "poids artificiel"

⟶ les objet sont plus "lourds" à déplacer.

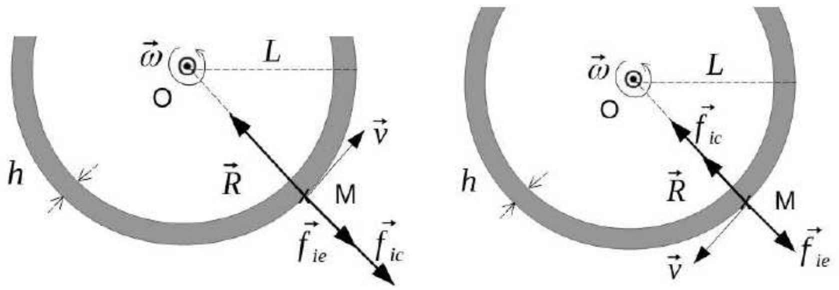
Si $\overrightarrow{v}$ est selon $-\overrightarrow{e}_\theta$, alors $\overrightarrow{F}_{ic}$ se retranche à $\overrightarrow{F}_{ie}$ et diminue le "poids artificiel"

⟶ les objet sont plus "légers" à déplacer.

Le mouvement du point M est supposé à vitesse de module constant.

Compte-tenu de la trajectoire, c'est un mouvement circulaire uniforme.

⟶ L'accélération de M est radiale : $\overrightarrow{a} - v^2/R_S\overrightarrow{e}_r$.



$\vec{v}$ dans le sens de la rotation

$\vec{f}_{ic} \nearrow \vec{R}$

$\vec{P}_{app} \nearrow$

$\vec{v}$ en sens contraire

$\vec{f}_{ic} \searrow \vec{R}$

$\vec{P}_{app} \searrow$

Vitesse de déplacement v_i

Dans le cas d'une vitesse rétrograde, la force complémentaire peut compenser suffisamment la force d'entrainement pour que la réaction du "sol" s'annule.

⟶ On retrouve le phénomène d'impesanteur

Valeur

Dans le référentiel de la station le mouvement de M est circulaire uniforme à la vitesse v.

$\vec{F}_{ic} + \vec{F}_{ie} + \underbrace{\vec{R}}_{=\vec{0}} = m\vec{a}_r$, avec $\vec{a}_r$ accélération radiale = $-v^2/R_S\vec{e}_r$

Ainsi : $-2\Omega v + \Omega^2 R_S = -v^2/R_S$: équation du second degré en v

La vitesse v est solution de : $-2\Omega v+\Omega^2 R_S+v^2/R_S = 0$ ou : $-2\Omega R_S v+\Omega^2 R_S^2+v^2 = (v-\Omega R_S)^2 = 0$

Alors : $\boxed{\vec{v} = -\Omega R_S\,\vec{e}_\theta}$

Q23.

Technique de jonglage

On se place toujours dans le référentiel de la station en rotation uniforme.

Quand le passager lance la balle "en l'air", vers le plafond", il s'y exerce une force d'inertie complémentaire du fait de la vitesse de la balle.

Cette force tend à dévier la balle selon $\vec{e}_\theta$

Lorsque la balle "retombe", le sens de la force s'inverse.

Si les frottement dus à l'air sont négligeables, le passager doit retrouver sa balle.

La balle va en biais au lieu de se déplacer selon $\vec{e}_r$

Q24.

Raison pour laquelle la pesanteur artificielle n'est pas utilisée : culture

L'intérêt est justement d'étudier des phénomènes en impesanteur !

Partie III - Stocker l'énergie électrique

III. 1 - L'élément nickel

Q25.

Propriétés des métaux : cours

Durs, opaques, brillants, bons conducteurs thermique et électrique, malléables.

Place dans la CP : cours

Partie gauche, séparée par la diagonale du bloc p.

Propriétés et liaison métallique : cours

Mise en commun d'électrons sur l'ensemble du cristal.

Circulation d'un courant électrique.

Propriétés de ductilité, de malléabilité et de plasticité en maintenant leur cohésion en cas de déformation

Point de fusion et point d'ébullition plus élevés que les non-métaux.

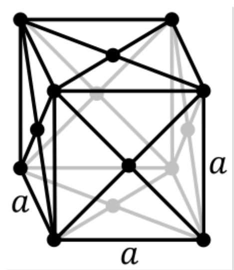
Ordre de grandeur : cours

Plusieurs centaine de kJ/mol

III. 2 - Étude cristallographique

Q26.

Figure 12 complétée : cours



Nombre d'atomes par maille : cours

8x1/8 + 6x1/2 = 4 atomes

$\boxed{\text{Nbre d'atomes} = 4}$

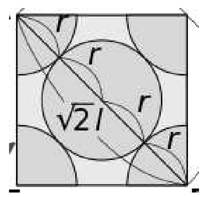
Coordinence : cours

Nombre de plus proches voisins : $\boxed{\text{coordinence} = 12}$

Q27.

Condition de tangence : cours

La tangence se fait le long de la diagonale d'une face.



Relation entre le paramètre de maille a et le rayon atomique R_{Ni} : calcul

D'après la condition de tangence et le schéma : $4R_{Ni} = a\sqrt{2}$

D'où : $\boxed{R_{Ni} = \frac{a}{2\sqrt{2}}}$

Q28.

Ondes cohérentes et $\omega_1 = \omega_2 = \omega$: cours

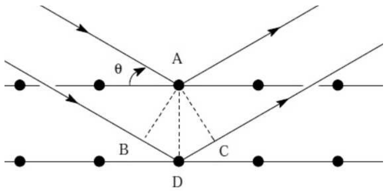
Même source primaire à l'infini et division de front d'onde.

La fréquence de la source primaire est conservée.

On peut aussi mentionner la condition de cohérence spatiale, mais ce n'est pas exigé.

Q29.

Différence de marche δ *+ schéma* : méthode



$\delta = (BD) + (DC) = 2a\sin\theta$ $\boxed{\delta = 2\pi a \sin\theta}$

Expression de $\Delta\varphi$(M) : cours

$\Delta\varphi(\mathrm{M}) = 2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ $\boxed{\Delta\varphi(M) = 4\pi\frac{a\sin\theta}{\lambda}}$

Q30.

Expression de l'intensité lumineuse I(θ) : méthode

Résultat : $I(\theta) = 2s_0^2\big(1 + \cos(\Delta\varphi(M))$ $\boxed{I(\theta) = 2s_0^2\left(1 + \cos(4\pi\frac{a\sin\theta}{\lambda})\right)}$

Q31.

Intensité maximale : méthode

I est maximal quand $\cos(\Delta\varphi(M))$ vaut 1

Soit quand $\Delta\varphi(M) = 2p\pi$, p étant entier.

Ainsi : $\boxed{\sin\theta_p = p\frac{\lambda}{2a}}$

Valeur du paramètre de maille a : calcul

Les mesures des angles θ_p permettent d'obtenir a.

On peut tracer (non demandé) $\sin\theta_p = f(p) \longrightarrow$ on obtient une droite de pente $\dfrac{\lambda}{2a}$

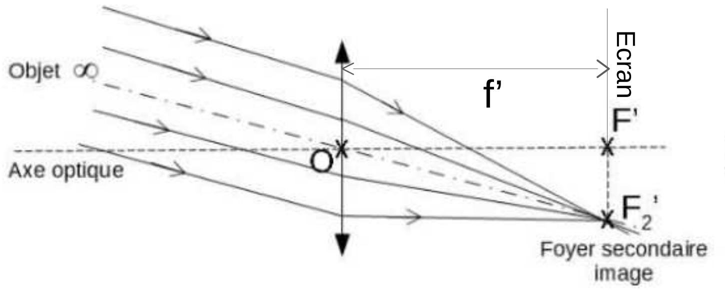
Q32.

Montage d'optique : cours

"Objet" à l'infini = faisceau // $\longrightarrow$ lentille CV

Ecran au foyer image de la lentille CV

Schéma



Q33.

Mesure des angles : TP

L'appareil utilisé en TP d'optique est un goniomètre

Q34.

Energie E_X : cours

Les électrons sont non relativistes et on considère que toute leur énergie est de l'énergie cinétique : $E_X = E_c = \dfrac{1}{2}mv^2$ ou $E_c = \dfrac{p^2}{2m}$

Dualité onde-particule (de Broglie) $\longrightarrow p = \dfrac{h}{\lambda}$

Soit : $\boxed{E_X = \dfrac{h^2}{2m\,\lambda^2}}$

Valeur en eV : AN

$E_X = 82.10^{-19}\ J$

Soit : $\boxed{E_X = 52\ eV}$

Q35.

Paramètre de maille a : méthode

Comme déjà vu : $a = \dfrac{\lambda}{2\sin\theta}$

Valeur : AN

$\boxed{a = 353\ pm}$

Q36.

Rayon atomique R_{Ni} : AN

$R_{Ni} = \dfrac{a}{2\sqrt{2}} \longleftarrow$ Déjà vu

$\boxed{R_{Ni} = 125 pm}$

Compacité du nickel : calculs

Def : C= $\dfrac{\text{volume de la matière}}{\text{volume de la maille}} = 4\dfrac{4/3\pi R_{Ni}^3}{a^3}$

Valeur : AN

$\boxed{C = 0{,}74}$

Q37.

Valeur du paramètre de maille a : méthode

Relation $\rho(a)$: $\rho = \dfrac{m}{a^3} = \dfrac{4M_{Ni}/N_A}{a^3}$

Ainsi : $a = \left(\dfrac{4M_{Ni}}{\rho N_A}\right)^{1/3}$

Valeur : AN

$\boxed{a = 352\ pm}$

Comparaison : analyse

Les 2 valeurs sont similaires.

III. 3 - Accumulateur cadmium-nickel

III. 3 - 1 Généralités

Q38.

Nombres d'oxydation : méthode

no($Cd_{(s)}$) = 0 no($Cd(OH)_{2\,(s)}$) = +II

no($Ni(OH)_{2\,(s)}$) = +II no($Ni_2O_{3\,(s)}$) =+III

Q39.

Diagramme E-pH du cadmium : méthode

2 états d'oxydation + 2 formes pH : 3 frontières

* Frontière acido-basique entre Cd^{2+} et $Cd(OH)_2$

A la limite de précipitation : $K_{s2} = c_0 \times [OH^-]^2 = c_0 \times K_e^2/h^2$, donc $h_{lim} = \sqrt{\left(\frac{K_e^2 c_0}{K_{s2}}\right)}$

$\longrightarrow$ $\boxed{pH_{lim} = 8}$

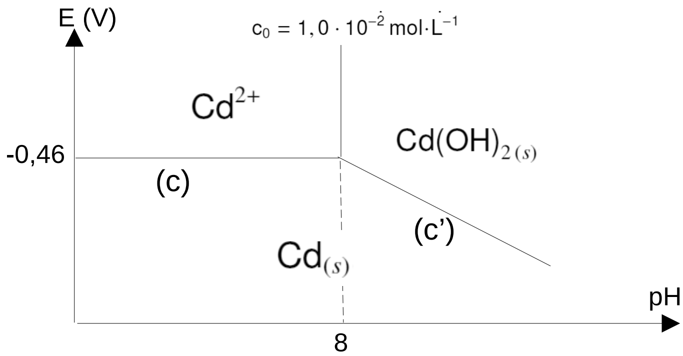
* Frontière redox cd^{2+}/Cd_s : $\boxed{E_c = E_c^o + \frac{0,06}{2}\log c_0 = -0,46V}$

* Frontière redox $cd(OH)_2/Cd_s$:

On sait que : $[Cd^{2+}] = K_{s2}\ h^2/K_e^2$

Par suite : $E'_c = E_c^o + \frac{0,06}{2}\log\left(K_{s2}\ h^2/K_e^2\right) = E_c^o - 0,03pK_{s2}\ + 0,06pK_e\ - 0,06pH$

Finalement : $\boxed{E'_c = 0,02 - 0,06pH \text{ en V}}$



III. 3 - 2 Étude de la décharge

Q40.

Identification de l'anode et de la cathode lors de la décharge : cours

Au cours de la décharge :

Ni_2O_3 est réduit : cathode

Cd est oxydé : anode

Demi-équations électroniques à chaque électrode en milieu fortement basique : méthode

Cathode : $Ni_2O_3 + 2e + 2H^+ + H_2O = 2\,Ni(OH)_2$ ou $Ni_2O_3 + 2e + 3\,H_2O = 2Ni(OH)_2 + 2\,OH^-$

Anode : $Cd + 2\,H_2O = Cd(OH)_2 + 2e + 2H^+$ ou $Cd + 2\,OH^- = Cd(OH)_2 + 2e$

Equation de la réaction lorsque l'accumulateur débite : méthode

$$\boxed{Ni_2O_3 + Cd + 3H_2O = 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2}$$

Q41.

La pile fonctionne en milieu très basique.

On utilise donc les potentiels standard associés aux couples :

- au pôle + : $Ni_2O_3/Ni(OH)_2$, frontière (4) de la figure 14
- au pôle - : $Cd(OH)_2/Cd$, frontière (c') de la figure Q39.

Potentiels rédox E₊ : méthode

$$\boxed{E_+ = E_4^o - 0,06pH}$$

Potentiels rédox E₋ : méthode

$$\boxed{E_- = E_{c'}^o - 0,06pH}$$

Différence de potentiel E_{NiCd} : calcul

$E_{NiCd} = E_+ - E_- = E_4^o - E_{c'}^o$

AN : $\boxed{E_{NiCd} = 1\ V}$

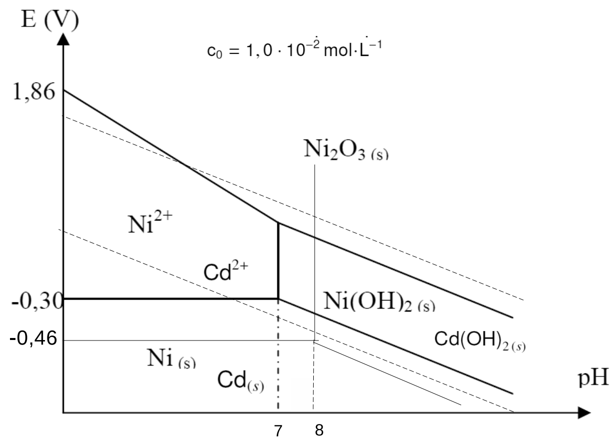


Figure non demandée

Cette valeur est d'ailleurs indépendante du pH.

Cela est sans compter l'intervention des couples de l'eau ! Non prise en compte ici.

Q42.

Enthalpie libre standard $\Delta_r G^o$: cours +AN

On sait que : $\Delta_r G^o = -n\,F\,E_{NiCd}$ Ici : $\Delta_r G^o = -2\,F\,E_{NiCd}$

AN : $\boxed{\Delta_r G^o = -193\ kJ.mol^{-1}}$

Enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^o$*.*

$\Delta_r H^o = \sum \nu_i \Delta_f H^o$; Ici : $\Delta_r H^o = 2(-529,7) + (-560,7) - (-489) - 0 - 3(-285,8)$

AN : $\boxed{\Delta_r H^o = -273,7\ kJ.mol^{-1}}$

Entropie standard de réaction $\Delta_r S^o$: cours + AN

On sait que : $\Delta_r G^o = \Delta_r H^o - T\,\Delta_r S^o$ Soit : $\Delta_r S^o = \dfrac{\Delta_r G^o - \Delta_r H^o}{T}$

AN à T = 298 K : $\boxed{\Delta_r S^o = -271\ J.K^{-1}.mol^{-1}}$

Q43.

Variation de la tension E_{NiCd} *avec la température* : analyse

D'après ce qui précède : $\Delta_r G^o = \Delta_r H^o - T\,\Delta_r S^o = -2\,F\,E_{NiCd}$

Donc : $\boxed{E_{NiCd} = -\dfrac{\Delta_r H^o}{2F} + T\,\dfrac{\Delta_r S^o}{2F}}$

$E_{NiCd}(T)$ est une fonction affine.

Q44.

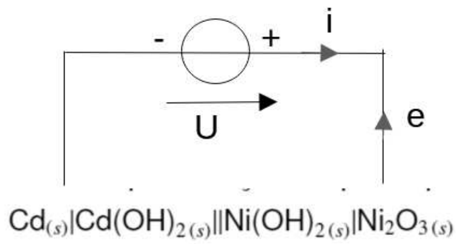
Propriétés : analyse

Dépendance en T : la pente de la fonction affine $E_{NiCd}(T)$ est de l'ordre du $mV.K^{-1}$

Dépendance en concentration : E_{NiCd} est indépendant de c_0 et même du pH

III. 3 - 3 Étude de la recharge

Q45.



Branchement d'un générateur externe : réflexion

Il faut inverser le sens de la réaction spontanée.

⟶ Bornes du générateur - sur Cd et borne + sur Ni

Q46.

Équation de la réaction de charge : méthode

$Cd(OH)_2 + 2\,Ni(OH)_2 = Cd + Ni_2O_3 + 3\,H_2O$

Q47.

Tension minimale U_{min} : cours

Il faut que le générateur puisse fournir assez d'énergie pour contrer la réaction spontanée.

AN : $\boxed{U_{lim} = 1\ V}$

Q48.

Phénomènes causant une augmentation significative de cette valeur : culture

Phénomènes cinétique : surtension de seuil, etc.

FIN
