Planche 22:
25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I :centrale électrique

Une centrale électrique est une machine thermique ditherme fonctionnant entre une source chaude $T_1=593\text{K}$ (cœur du réacteur) et une source froide constituée par l'eau d'un fleuve à la température $T_2=293\text{K}$. On considère une centrale fournissant à l'alternateur une puissance utile P = 1 GW .
1- Dessiner le cycle de Carnot correspondant en indiquent le nom des différentes transformations . Est ce un cycle moteur ou récepteur ?
2- Déterminer l'expression du rendement maximal atteignable pour une centrale fonctionnant avec ces deux sources . En déduire le rendement effectif η qui est égal à 60% du rendement maximal .
3- Déterminer alors $\dot{q}_1$ la chaleur par unité de temps reçue de la source chaude .
4- En déduire $\dot{q}_2$ la chaleur par unité de temps fournie à la source froide .
5- Le débit volumique du fleuve est $D_v=300\,m^3.s^{-1}$. Déduire l'élévation de température $\Delta\theta$ du fleuve due au rejet de chaleur de la part de la centrale .

Données :
Capacité calorifique massique de l'eau liquide $c_l=4180\,J.kg^{-1}.K^{-1}$

Exercice II :masse, ressort

Un solide de masse m peut glisser avec frottement sur un plan horizontal et on note f le coefficient de frottement , aussi bien statique que dynamique . Il est attaché au bout d'un ressort idéal de longueur à vide L_0 et de constante de raideur k .
1- Le solide est initialement fixe . On tire sur le ressort . Déterminer à partir de quelle longueur L du ressort le solide se met à glisser .
2- Le solide est fixé à une extrémité du ressort . L'extrémité libre du ressort est fixe . La longueur initiale du ressort valant $L(t=0)=L_0+1{,}2\frac{fmg}{k}$. On lâche le solide . Déterminer l'instant où le glissement s'arrête .

<u>Planche 23:</u>
25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I : horloge dans un ascenseur

Une horloge est constituée d'un pendule de longueur L, le fil étant sans masse , attaché en O au bout duquel est attachée en M une masse ponctuelle m. Il oscille dans le référentiel terrestre supposé galiléen . On note θ(t) l'angle que le fil fait avec la vertical à l'instant t . Initialement on a θ(0) = θo avec
$0 < \theta < \pi / 2$ et $\frac{d\theta}{dt}(t=0)=0$.

1- Quelle est la période T_0 des petites oscillations . Pour la suite on prend T_0 = 1s .
2- Le pendule est maintenant dans un ascenseur qui monte avec une accélération $a_0 = 2\ m.s^{-2}$. On suppose que les oscillations du pendule sont petites . L'horloge retarde-t-elle ou avance-telle par rapport à une horloge restée dans le référentiel galiléen lié à l'escalier ?
3- Le mouvement de l'ascenseur se décompose maintenant selon les trois phases suivantes :
Pendant δt = 5s une accélération constante a_0 vers le haut .
Pendant τ un mouvement à vitesse constante .
Pendant δt = 5s une accélération constante a_0 vers le bas.
A la fin l'horloge placée dans l'ascenseur avance-t-elle ou retarde-t-elle par rapport à une horloge restée dans le référentiel galiléen lié à l'escalier ?

Exercice II :température d'un astéroïde

Un astéroïde est modélisé par une boule homogène de rayon R, de conductivité thermique $\lambda=50\ W.K^{-1}.m^{-1}$, dont les désintégrations radioactives dissipent une puissance volumique $p_0=0{,}5\ \mu W.m^{-3}$. La surface de l'astéroïde rayonne dans le vide une puissance $P_{ray}=4\pi R^2 \sigma T(R)^4$ où $\sigma=5{,}67.10^{-8}\ W.K^{-4}.m^{-2}$ est la constante de Stefan .
On se place en régime stationnaire . Le problème étant à symétrie sphérique, on note $\vec{j}_{th}(M)=j_{th}(r)\vec{u}_r$ le vecteur densité de courant thermique où r est la distance du point M à l'origine O de la sphère et $\vec{u}_r=\frac{\vec{OM}}{r}$

1- Déterminer l'expression de la densité de flux thermique $j_{th}(r)$ en fonction de p_0 et r .

2- La température de fusion du matériau dont est fait l'astéroïde est $Tf=700\,°C$. Jusqu'à quelle valeur du rayon R l'astéroïde reste-t-il entièrement solide ?

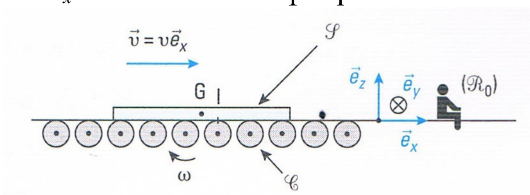
Planche 24 :

25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I :transporteur à rouleaux

On envisage un transporteur à rouleaux servant à déplacer le long d'une chaîne de production , des objets assimilés à des plaquettes rectangulaires homogènes d'épaisseur négligeable , de centre de masse G et de masse G .Chaque rouleau est un cylindre de rayon r , tournant à la vitesse angulaire w constante autour d'un axe fixe ; les axes des rouleaux sont parallèles entre eux et équidistants , et ila appartiennent au même plan horizontal .

On admettra qu'une plaquette reste en permanence en contact avec n rouleaux .
On note I un point de contact entre une plaquette et un des rouleaux , f le coefficient de frottement entre une plaquette et un rouleau , $\vec{v} = v\,\vec{e}_x$ la vitesse de la plaquette .



La plaquette est déposée sans vitesse initiale sur le transporteur de telle manière que l'un de ses côtés soit parallèle aux axes des rouleaux . On étudie la phase de mise en mouvement d'une plaquette .
Le référentiel lié au sol est supposé galiléen .
1- Exprimer la vitesse de glissement $\vec{v}_g$ de la plaquette sur les rouleaux en fonction de v , r et w .
Déterminer la durée t_1 de cette phase .
AN : f = 0,1 , $g = 10\,m.s^{-2}$, $w = 2\pi\,rad.s^{-1}$ et r(t) = 10 cm
2- Déterminer le travail des actions de contact des rouleaux sur la plaquette .

Exercice II :plaque parcourue par un courant

On étudie une plaque d'épaisseur e (direction (Ox)) très inférieure à sa longueur L (direction (Oz)) et sa largeur ℓ. Elle est faite dans un métal de conductivité électrique σ et de conductivité thermique λ. Un courant de densité uniforme $\vec{j} = J_0 \vec{u}_z$ parcourt la plaque .

On modélise les transferts thermiques avec l'air de température uniforme T_{air} par la loi de Newton de coefficient h .La plaque étant d'épaisseur e faible devant ses longueur et largeur, on néglige les pertes thermiques par les surfaces latérales de la plaque, on suppose que la température dans la plaque ne dépend que de la variable x . Compte tenu de la géométrie du problème les faces d'équations x = 0 et x=e ont même température T_0 en régime stationnaire .
1 - Déterminer T_0 en fonction d'une partie des données .
2 -Etablir l'équation vérifiée par la température T(x) dans la plaque .

La résolution de cette équation, non demandée, donne une loi de température :

$$T(x) = \frac{J_0^{\,2}}{\sigma\lambda} x(e-x) + \frac{J_0^{\,2} e}{2h\sigma} + T_{air}$$

3 - Commenter qualitativement l'expression. Représenter le profil de température pour x allant de −e à 2e.
4 - Exprimer la puissance thermique qui traverse une section de normale à $\vec{u}_x$.