Epreuve écrite de sélection
IPHO 2013

Durée de l'épreuve : 4 heures

Les calculatrices sont autorisées.

L'épreuve comporte un QCM, deux exercices et deux problèmes. Il est conseillé aux candidats d'accorder à chacune de ces parties un temps équivalent : 1 heure pour le QCM, une heure pour les exercices et une heure pour chacun des problèmes.
La présence de schémas est encouragée.

IMPORTANT : Chaque feuille devra comporter le nom, le prénom et le lycée du candidat. Tout oubli pourra entraîner l'absence de correction de la feuille concernée.

Données générales à l'ensemble de l'épreuve

Nom	Symbole	Valeur
Célérité de la lumière dans le vide	c (ou c_0)	299 792 458 $m \cdot s^{-1}$
Constante de Planck	h	$6{,}626\,069\,57 \times 10^{-34}$ $kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$
Charge élémentaire	e	$1{,}602\,176\,565 \times 10^{-19}$ $A \cdot s$
Perméabilité magnétique du vide	μ_0	$1{,}256\,637\,061 \times 10^{-6}$ $kg \cdot m \cdot A^{-2} \cdot s^{-2}$
Permittivité diélectrique du vide	ε_0	$8{,}854\,187\,817 \times 10^{-12}$ $A^2 \cdot s^4 \cdot kg^{-1} \cdot m^{-3}$
Constante gravitationnelle	G	$6{,}673\,84 \times 10^{-11}$ $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$
Accélération normale de la pesanteur à la surface de la Terre	g_0	9,806 65 $m \cdot s^{-2}$
Température du point triple de l'eau	T_0	273,16 K
Pression standard de l'atmosphère	atm	101 325 Pa
Nombre d'Avogadro	N_A	$6{,}022\,141\,29 \times 10^{23}$ mol^{-1}
Masse du proton	m_p	$1{,}672\,621\,71 \times 10^{-27}$ kg
Masse de l'électron	m_e	$9{,}109\,382\,6 \times 10^{-31}$ kg
Constante de Boltzmann	k ou k_B	$1{,}380\,648\,8 \times 10^{-23}$ $J \cdot K^{-1}$
Constante des gaz parfaits	R ou R_0	8,314 462 1 $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
Distance Terre-Soleil		$1{,}495\,979 \times 10^8$ km
Masse du Soleil	M_S	$1{,}9891 \times 10^{30}$ kg
Rayon de la Terre	R_T	6 400 km
Masse de la Terre	M_T	$5{,}9736 \times 10^{24}$ kg

QCM

1. On mesure le rayonnement d'un corps noir de température T_1 avec un petit récepteur situé à la distance d_1 de ce corps. A quelle distance d_2 faut-il placer le récepteur pour recevoir la même puissance si le corps est désormais à la température $T_2 = 2\,T_1$?

   a) $d_2 = 2\,d_1$
   b) $d_2 = 4\,d_1$
   c) $d_2 = 8\,d_1$
   d) $d_2 = 16\,d_1$

2. Considérons un grille-pain (220V, 900 W) prévu pour être utilisé en France. Lors d'un voyage en Angleterre, on le branche sur une prise de secteur (110V), protégée par un disjoncteur de 15 A pour faire griller du pain. Que se passe-t-il ?

   a) Les tartines sont grillées normalement
   b) Les tartines sont brûlées
   c) Les tartines sont chaudes mais pas grillées
   d) Le disjoncteur saute.

3. La longueur de Planck ℓ_P représente la longueur à partir de laquelle la gravité commencerait à présenter des effets quantiques. Parmi les propositions suivantes, laquelle est correcte ?

   a) $\ell_P = \dfrac{\hbar\mathcal{G}}{\sqrt{c^3}}$
   b) $\ell_P = \hbar\sqrt{\dfrac{\mathcal{G}}{c^3}}$
   c) $\ell_P = \sqrt{\dfrac{\hbar\mathcal{G}}{c^3}}$
   d) $\ell_P = \dfrac{\sqrt{\hbar\mathcal{G}}}{c^3}$

4. Un pendule simple de longueur ℓ réalisé avec une bille en acier est soumis à l'attraction d'un aimant de sorte que sa position d'équilibre soit oblique par rapport à la verticale. On compare la pulsation ω des petites oscillations autour de cette position d'équilibre avec la pulsation ω_0 des petites oscillations verticales obtenues en l'absence d'aimant.

   a) $\omega < \omega_0$
   b) $\omega > \omega_0$
   c) le signe de $\omega - \omega_0$ dépend de la masse du pendule.
   d) le signe de $\omega - \omega_0$ dépend de la force attractive exercée par l'aimant sur la bille

5. Imaginons une étoile dont le maximum d'émission correspond à la longueur d'onde $\lambda = 250$ nm. Quelle serait sa température en surface, sachant que celle du Soleil est $T_S = 5,8.10^3$ K pour un maximum d'émission correspondant à $\lambda_S = 500$ nm ?

   a) $2,3.10^4$ K
   b) $4,3.10^3$ K
   c) $1,2.10^4$ K
   d) $2,9.10^3$ K

6. La pression dans l'artère du bras d'un malade vaut $p_{art} = 1{,}078$ atm . On suspend une poche de perfusion, à pression atmosphérique, au dessus de lui contenant un médicament de masse volumique $\rho = 1,0.10^3$ kg.m^{-3}. A quelle hauteur au dessus du bras du malade la surface libre du liquide contenu dans la poche doit-elle se trouver pour pouvoir injecter quoi que ce soit au patient ?

   a) 0,4 m
   b) 0,8 m
   c) 1,2 m
   d) 1,8 m

7. Un automobiliste grille un feu rouge. S'il explique au policier qui l'arrête que, l'effet Doppler aidant, il voyait le feu vert, à quelle vitesse prétendait-il rouler ?

a) 3.10^{10} km.h^{-1}
b) 3.10^{8} km.h^{-1}
c) 3.10^{6} km.h^{-1}
d) 3.10^{4} km.h^{-1}

8. On propose ci-dessous une simulation de figure de diffraction par des fentes d'Young (en négatif). Si on note a la largeur de chacune des fentes et b la distance entre les fentes, que peut-on dire de b/a ?

a) $b/a \simeq 1$
b) $b/a \simeq 2$
c) $b/a \simeq 4$
d) $b/a \simeq 6$

9. On réalise des franges d'égale épaisseur avec un coin d'air d'angle α éclairé en incidence normale avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Les franges se resserrent si :

a) on diminue l'angle α
b) on utilise $\lambda' > \lambda$
c) on remplace l'air par de l'eau
d) aucune des propositions précédentes ne convient

10. On réalise la diffraction d'ondes planes centimétriques ($\lambda = 8,0$ cm) avec un réseau plan par transmission, sous incidence normale. Le maximum d'ordre 1 est relevé dans la direction $\theta = 30°$ par rapport à la normale au réseau. Quel est le pas du réseau ?

a) 16 cm
b) 11 cm
c) 5,7 cm
d) 2,8 cm

11. Quelle est la masse moyenne d'un grain de riz ?

a) 9 g
b) 0,6 g
c) 0,03 g
d) 1 mg

12. Une voiture de masse $m = 1000$ kg roule à vitesse constante $v = 72$ km/h sur une route parfaitement horizontale. La voiture prend un virage circulaire, de rayon $R = 100$ m. En ne considérant que des frottements solides, quel doit être le coefficient de frottement f minimal entre les pneus et la route pour que la voiture ne dérape pas ?

a) 0,2
b) 0,3
c) 0,4
d) 0,5

13. Une goutte d'eau met environ une minute à tomber des nuages jusqu'au sol. En supposant que la norme de la résistance de l'air pour une goutte sphérique est de la forme $F = \alpha R v$ et que la goutte tombe à sa vitesse limite, combien de temps faut-il à une goutte deux fois moins lourde pour tomber jusqu'au sol ?

a) 2 min
b) 1 min 35 s
c) 38 s
d) 7 s

14. Un muon a une durée de vie de 2,2 microseconde, il traverse en moyenne une épaisseur d'atmosphère de 1000 m avant de se désintégrer. Quelle était la vitesse du muon ?

a) $0,75$ c

b) $0,83$ c

c) $0,95$ c

d) $1,2$ c

15. Les raies d'émission de l'hydrogène ^{1}H et son isotope naturel, le deutérium ^{2}D sont décalées à cause de la différence de masse entre les noyaux d'hydrogène et de deutérium. On désigne par λ_H et λ_D les longueurs d'onde correspondant à la première raie de la série de Lyman respectivement pour ^{1}H et pour ^{2}D, m la masse de l'électron et M la masse d'un nucléon. Quel est l'écart relatif entre ces raies ?

a) $\dfrac{\lambda_D - \lambda_H}{\lambda_H} \simeq \dfrac{m}{2M}$

b) $\dfrac{\lambda_D - \lambda_H}{\lambda_H} \simeq -\dfrac{m}{2M}$

c) $\dfrac{\lambda_D - \lambda_H}{\lambda_H} \simeq \dfrac{2M}{m}$

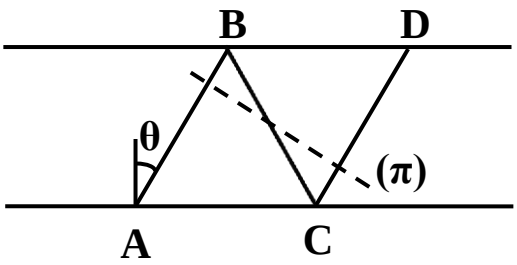
d) $\dfrac{\lambda_D - \lambda_H}{\lambda_H} \simeq -\dfrac{2M}{m}$

NOM : PRENOM : LYCEE :

Exercice 1 : Fibre optique à saut d'indice

On considère un guide d'ondes lumineuses cylindrique composé de deux cylindres concentriques de section circulaire. L'indice de la partie centrale, appelée cœur, est noté n_1 et celui de la partie externe, appelée gaine, est noté n_2 ; avec $n_2<n_1$. Le cœur est de diamètre a. Ces deux milieux sont uniformes.

L'angle de réfraction entre les deux milieux est noté θ. Le phénomène de réfraction limite impose $\theta > \theta_L$. Cette condition n'est cependant pas suffisante à la propagation des ondes lumineuses : seuls certains angles d'inclinaison conduiront à une interférence constructive et donc à un mode dit guidé. Considérons (voir ci-dessous) la direction de propagation parallèle à AB et CD et le plan d'onde (π) relatif à cette direction. Pour qu'il y ait propagation, il faut que les champs électromagnétiques correspondant à cette direction soient en phase.



Rayons et plan d'onde

(L'ensemble des points de la figure sont dans même plan contenant l'axe du cylindre)

Valeurs numériques : n_1=1,456, n_2=1,410 et λ=1,5.10^{-6}m

1. Montrer que la propagation est possible uniquement pour des valeurs discrètes de θ notées θ_m où m est un entier. Quel est le nombre N_m de modes possibles pour une valeur de *a=0,1 mm* ?

NOM : PRENOM : LYCEE :

2. A *m* fixé, quelle relation doit vérifier la fréquence pour qu'il y ait propagation ? Quel type de filtre a-t-on ?

3. Le mode fondamental correspond par définition, à m=0 (propagation en ligne droite). Calculer pour la valeur maximale que peut prendre *a* pour que seul ce mode se propage : la fibre est alors *monomode*.

NOM : PRENOM : LYCEE :

Exercice 2 : Etude du fond diffus cosmologique

Le fond diffus cosmologique est le nom donné au rayonnement électromagnétique issu de la période chaude et dense peu après le Big Bang (380 000 ans). Ce rayonnement assimilable à celui d'un corps noir a été dilué et refroidi par l'expansion de l'Univers et correspond à l'émission des premiers photons. En effet, à cette période, a eu lieu la recombinaison entre les électrons et les protons pour former les premiers atomes. Ce phénomène se produit au moment où la température de l'Univers descend au-dessous du seuil sous lequel l'énergie moyenne des photons les plus énergétiques est en dessous de l'énergie d'ionisation.

1. Le spectre de rayonnement d'une étoile de température de surface T, assimilé à une émission thermique, est donné par la loi de Planck qui donne la puissance rayonnée par unité de surface de l'étoile dP_u entre les longueurs d'onde λ et $\lambda+d\lambda$:

$$dP_u = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5}\frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right)-1}d\lambda$$

   Où h est la constante de Planck et k_B la constante de Boltzmann. On appelle λ_m la valeur de λ pour laquelle la fonction $dP_u/d\lambda$ présente un maximum

   Donner une expression approchée de la relation liant λ_m, T, h, c et k_B. On pourra supposer que, on voisinage de ce maximum, $\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) \gg 1$, avant de vérifier la validité de cette approximation.

2. En déduire que $\lambda_m T$ est une constante dont on donnera la valeur. Cette loi est appelée loi de Wien.

NOM : PRENOM : LYCEE :

3. L'Univers étant majoritairement composé d'hydrogène, calculer la température moyenne de l'Univers 380 000 ans après le Big-Bang en sachant que l'énergie d'ionisation vaut 13,6 eV.

La valeur calculée n'est qu'une approximation car seule une fraction de photons doit posséder une énergie au-dessus de l'énergie d'ionisation en raison de la quantité élevée de photons par noyau atomique (de l'ordre de un milliard). La valeur réelle est 3000K.

4. A tout instant t, l'Univers peut être considéré comme un émetteur thermique à la température T(t) (le rayonnement émis est appelé « fond diffus cosmologique »). On montre, qu'au cours de l'évolution de l'Univers, la longueur d'onde d'un photon quelconque varie proportionnellement aux dimensions caractéristiques de l'Univers. En déduire qu'un Univers en expansion refroidit.

5. Quelle est la température actuelle de l'Univers si la longueur d'onde du maximum de l'émission est égale à 1,1 mm ? Dans quel domaine spectral se trouve ce maximum d'émission ?

6. **En annexe 1** se trouve l'image prise par l'expérience WMAP du fond diffus cosmologique.
En considérant le mouvement du Soleil par rapport au fond diffus cosmologique, montrer qu'au premier ordre la température $T(\theta)$ observée dans la direction θ par rapport au fond diffus cosmologique vaut :

NOM : PRENOM : LYCEE :

$$\frac{T(\theta)}{\langle T \rangle} = 1 + \frac{v}{c}\cos\theta$$

où $\langle T \rangle$ est la température moyenne mesurée.

En déduire l'ordre de grandeur de la vitesse du Soleil par rapport au fond diffus cosmologique.

NOM : PRENOM : LYCEE :

1 Problème 1 : Aller plus vite que le vent

Le vent arrière qui gonfle et pousse les voiles d'un bateau le propulse sur les flots sans jamais l'entraîner au-delà de sa propre vitesse. Pour aller plus vite que le vent, les voiliers doivent changer d'allure et prendre le vent de travers, "au largue" comme disent les marins, ou "au près" sur l'on veut remonter le vent. Mais ce n'est pas une fatalité dictée par les lois de la physique. En effet, d'ingénieux mécanismes permettent à des véhicules de tirer l'énergie du vent pour l'affronter de face ou pour aller plus vite que lui en se déplaçant exactement dans le même sens ! Ces engins, roulants mais non motorisés, ne sont pas mus par des voiles mais par des hélices. Comment fonctionnent-ils et quelles vitesses pourraient-ils atteindre ? C'est ce que nous allons voir dans ce problème.

1.1 Présentation du char à hélice

Un char à hélice est un véhicule à roue, sans moteur, possédant une hélice dont l'axe de rotation est solidaire à celui des roues par un système d'engrenages, c'est à dire que si l'hélice tourne à une certaine vitesse alors les roues tournent également à une vitesse dépendant des engrenages, et vice et versa.

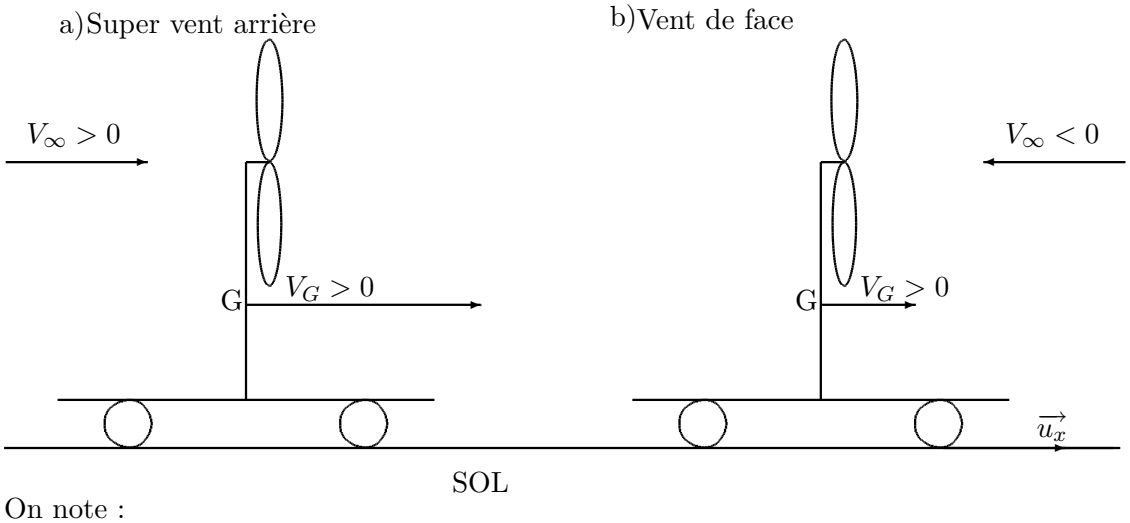
Ce char peut avancer suivant deux configurations différentes :

- La première sera dénommée "face au vent" : le char à hélice est capable de déplacer face au vent, en remontant le vent.
- La deuxième sera dénommée "par super vent arrière" : le char à hélice est capable de se déplacer par vent arrière, avec une vitesse supérieure à la vitesse du vent par rapport au sol.

Dans toute la suite du problème on se placera en régime stationnaire et à une dimension.

Les deux référentiels envisagés sont le référentiel du sol noté R, et le référentiel du char noté R'. R est supposé galiléen, et R' est considéré en translation rectiligne uniforme par rapport à R.

Sur la figure suivante, est représenté schématiquement le char à hélice se déplaçant soit face au vent soit par supervent arrière.



On note :

- G le centre de gravité du chariot,
- $\overrightarrow{V_G} = V_G\overrightarrow{u_x}$ la vitesse du char à hélice par rapport au référentiel du sol R,
- $\overrightarrow{V_\infty} = V_\infty\overrightarrow{u_x}$ la vitesse du vent loin en amont du char, par rapport au référentiel du sol R,
- $\overrightarrow{V_v} = V_v\overrightarrow{u_x}$, la vitesse du vent au niveau de l'hélice par rapport à R,
- $\overrightarrow{F_{v/c}} = F_{v/c}\overrightarrow{u_x}$ la force exercée par le vent sur le chariot : c'est une force due à l'écoulement de l'air sur l'hélice notamment,
- $\overrightarrow{F_{s/c}} = F_{s/c}\overrightarrow{u_x}$ la force exercée par le sol sur le chariot : c'est une force de frottement solide qu'on ne cherchera pas à modéliser. On considérera qu'il n'y a pas de glissement.

Les composantes de ces vecteurs sont algébriques et donc peuvent être positives ou négatives selon les cas.

1.2 Etude cinématique

Dans cette partie, on ne considérera aucune autre force que $\overrightarrow{F_{v/c}}$ et $\overrightarrow{F_{s/c}}$.

1- En vous plaçant dans le référentiel du char, noté R', redessiner les schémas a) et b) du char et déterminer la vitesse du sol dans R', noté $\overrightarrow{V'}_{sol} = V'_{sol}\overrightarrow{u_x}$ et la vitesse du vent loin du char dans R', notée $\overrightarrow{V'}_\infty = V'_\infty\overrightarrow{u_x}$.

Dans la suite, les grandeurs exprimées dans R' seront toujours notées avec un '.

2- En régime stationnaire, déterminer une relation entre la force exercée par le vent sur le char et la force exercée par le sol sur le char.

3- Pour chaque cas a) et b), dire quelle vitesse dans R' est la plus grande en norme : celle du vent loin du char, ou celle du sol ? On pourra compléter pertinemment les schémas demandés à la question 1.

Dans le référentiel R', on introduit un facteur k défini comme le rapport des composantes de la vitesse du vent au niveau de l'hélice, notée $\overrightarrow{V'}_v = V'_v\overrightarrow{u_x}$ par la vitesse du vent loin, en amont de l'hélice. k est donc un réel positif ou négatif et est défini par la relation :

$$k = \frac{V'_v}{V'_\infty} \tag{1}$$

4- Rappeler le lien entre puissance et force. Pourquoi est-il important de préciser le référentiel d'étude dans l'expression de la puissance ?

5- Exprimer la puissance échangée, dans R', entre le sol et le char d'une part, et entre le vent et le char d'autre part.

6- Pour chaque cas a) et b) et en s'aidant notamment des questions 3 et 5, déterminer si le transfert énergétique se fait du sol vers le vent (ou l'air) ou l'inverse. En déduire alors pour chaque cas, si k<1 ou k>1. Cela correspond-t-il à une hélice motrice (propulsive) ou à une hélice éolienne (moulin à vent) ?

7- A partir de la question précédente, déterminer le sens des vecteurs $\overrightarrow{F_{v/c}}$ et $\overrightarrow{F_{s/c}}$, en précisant le signe de leur composante sur $\overrightarrow{u_x}$. En déduire, dans R', l'expression et le signe de la puissance échangée entre le vent et le char.

8- En l'absence de toute perte énergétique, en régime stationnaire et dans R', déterminer une relation supplémentaire entre $\overrightarrow{F_{v/c}}$, $\overrightarrow{F_{s/c}}$, $\overrightarrow{V_G}$ et $\overrightarrow{V_v}$.

9- Montrer que

$$\frac{V_G}{V_\infty} = \frac{1}{1 - \frac{1}{k}} \tag{2}$$

10- Tracer ce rapport en fonction de k. Identifier trois zones de fonctionnement du char. On mettra en relation ces zones avec le mode de fonctionnement de l'hélice : éolienne ou hélice propulsive.

11- Y a-t-il des zones où il n'y a pas de vitesse limite au char à hélice ? Est-ce que cela vous choque ? Pourquoi ?

12- Comment le char à hélice peut-il concrètement atteindre une des zones caractérisée par vitesse supérieure à celle du vent ?

13- Quel problème spécifique se pose si l'on veut atteindre le super-vent arrière ?

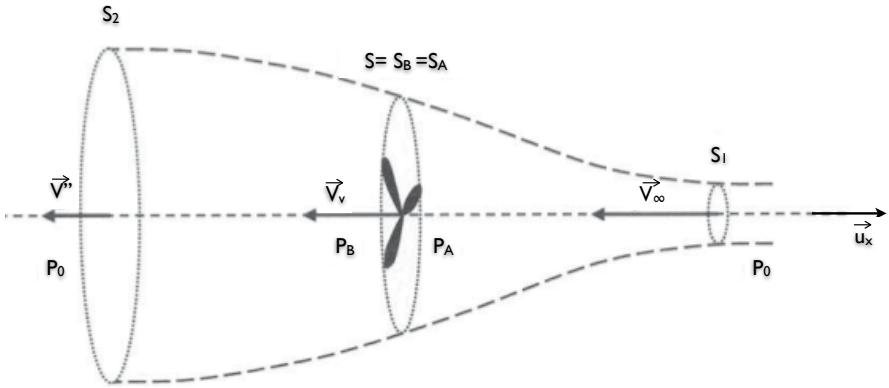
1.3 Etude de l'écoulement autour de l'hélice

Pour comprendre comment fixer le paramètre k, et comment maitriser le transfert énergétique du sol au char ou du vent au char, il faut étudier l'écoulement de l'air autour de l'hélice. On supposera que l'air est un fluide parfait (donc non visqueux), en écoulement stationnaire (les champs scalaires et vectorielles ne dépendent pas du temps) et incompressible (la masse volumique de toute particule de fluide reste constante au cours de son mouvement).

1.3.1 Détermination de la force exercée par le vent sur l'hélice

On considère dans cette partie que le chariot est immobile. Dans ce cas uniquement, on a alors R=R'.

Sur le schéma suivant est dessiné un tube de champ de vitesse de l'écoulement de part et d'autre de l'hélice, dans le cas d'une hélice en fonctionnement "éolienne" ou moulin à vent.



On note :
- $\overrightarrow{V_\infty}$ la vitesse du vent dans R loin en amont de l'hélice,
- $\overrightarrow{V_v} = k \cdot \overrightarrow{V_\infty}$ la vitesse du vent dans R au niveau de l'hélice,
- $\overrightarrow{V''} = \widetilde{k} \cdot \overrightarrow{V_\infty}$ la vitesse du vent dans R loin en aval de l'hélice,
- P_0 la pression atmosphérique,
- P_A la pression un peu avant l'hélice,
- P_B la pression un peu après l'hélice.

Les coefficients k et $\widetilde{k}$ sont reliés par la relation suivante :

$$\widetilde{k} = 2k - 1 \tag{3}$$

14- Montrer que la vitesse au niveau de l'hélice est égale à la moyenne (arithmétique) des vitesses amont et aval.

15- L'écoulement étant incompressible, on peut montrer qu'il y a conservation du débit volumique à travers un tube de champ. En déduire l'expression de S et S_2 en fonction de S_1, et k.

16- Rappeler comment s'écrit la relation de Bernoulli pour un écoulement parfait stationnaire et incompressible.

17- Appliquer la relation de Bernoulli sur une ligne de courant d'une part sur la partie de l'écoulement à gauche de l'hélice et, d'autre part sur la partie à droite de l'hélice. Pourquoi ne peut-on pas appliquer cette relation sur une ligne de courant traversant l'hélice entre les points A et B ?

18- A partir des deux relations précédentes faisant intervenir P_A et P_B, déterminer l'expression de la force exercée par l'air sur l'hélice. L'exprimer uniquement en fonction de ρ, S, V_∞ et k.

19- D'après les données numériques suivantes (surface apparente de l'hélice 3 m^2, ρ =1,28 kg.m^{-2}, $k = 0,8$, V_0 =60 km.h^{-1}), déterminer la puissance transférée du vent à l'hélice.

20- Pour un chariot de masse totale 100 kg, en supposant que les résultats précédents restent valables en régime instationnaire, déterminer la durée qu'il faut au chariot pour passer de 0 à 100 km/h. Commentaires sur ce char.

1.3.2 Rendement d'une éolienne

On peut montrer, grâce à la partie précédente, que la puissance échangée entre l'air et l'hélice dans le cas où l'hélice fonctionne en éolienne, s'exprime ainsi :

$$P = -2\rho S V_\infty^3 k^2 (1-k) \tag{4}$$

21- Le mode de fonctionnement de l'hélice en tant qu'éolienne correspond à un facteur k compris entre 0 et 1. Pour cet intervalle, montrer qu'il existe une valeur de k comprise entre 0 et 1 permettant d'obtenir une puissance maximale.

Dans le cas où le chariot est immobile, cette limite est connue sous le nom de limite de Betz.

22- Si le chariot n'est plus immobile et se déplace à la vitesse V_G comme dans la partie 2, déterminer la nouvelle expression de la puissance échangée entre l'air et l'hélice, dans R', uniquement en fonction de ρ, S, V_∞, et k.

23- Proposer une explication au fait que, malgré l'existence de cette limite, le char à hélice n'a lui pas de vitesse limite dans le mode de fonctionnement de l'hélice-éolienne.

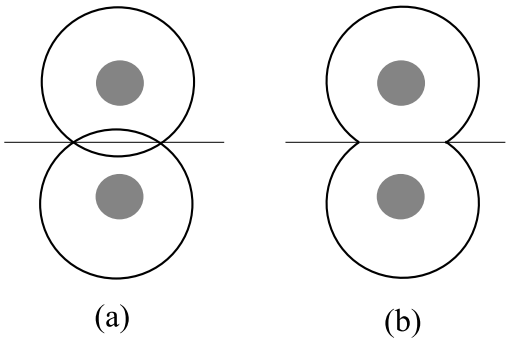
Problème n°2 : halo

Par temps humide, de petites gouttes d'eau se forment dans l'air. En observant une source de lumière à travers ce brouillard, nous voyons un halo de lumière supplémentaire autour d'elle, comme le montrent les photographies de l'annexe 2.

Question n°1 : Expliquer la formation de ce halo coloré. Vérifier que votre explication rend compte des différentes observations que l'on peut faire sur les figures 1 et 2.

Question n°2 : Pour la photographie 1(a), déterminer avec précision la taille des gouttes d'eau responsables du halo.

Question n°3 : La lune, et le halo qui l'entoure, sont visibles directement et par réflexion sur la surface d'un lac. Observe-t-on une figure ayant l'allure (a) ou l'allure (b) ci-dessous ?



données : longueurs d'onde moyennes pour les couches bleues, vertes et rouges de la figure 2 : 460 nm, et 532 nm et 600 nm.

Pour répondre à chaque question, il vous appartient de modéliser la situation physique, puis de la mettre en équation en utilisant à bon escient les lois physiques que vous connaissez.

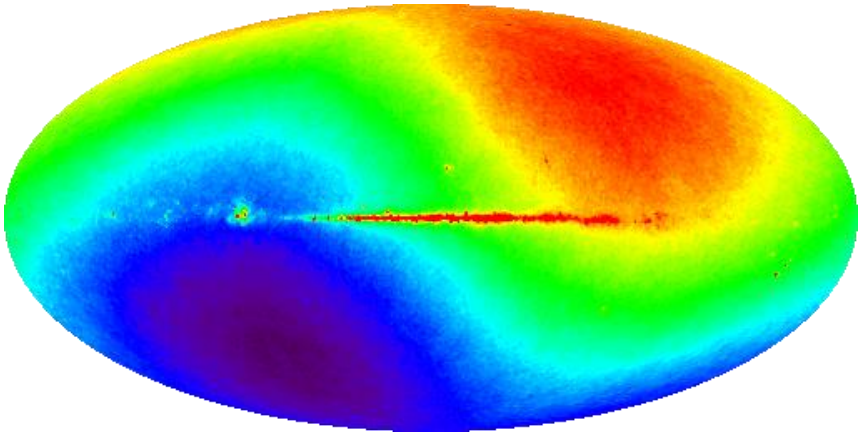
Les indications suivantes visent à vous éclairer sur les critères d'évaluation. Nous attendons par exemple de votre part que :

- vous représentiez par un ou plusieurs schémas ou graphiques, la situation étudiée. Cette étape facilite la description du phénomène et permet souvent de mettre en lumière le mécanisme principal.
- vous identifiiez les grandeurs physiques jouant un rôle important,
- vous choisissiez et précisiez les notations utilisées, en attribuant un nom à chaque grandeur physique introduite,
- vous indiquiez les lois physiques que vous appliquez pour mettre le problème en équations,
- les calculs soient menés analytiquement avec pour objectif final d'obtenir une valeur numérique,
- vous explicitiez les hypothèses de votre modélisation, et commentiez éventuellement l'importance de phénomènes que vous auriez choisi de négliger.

NOM : PRENOM : LYCEE :

NOM : PRENOM : LYCEE :

ANNEXE 1 : FOND DIFFUS COSMOLOGIQUE



Fond diffus cosmologique, WMAP.

Les zones bleues correspondent à des températures de 2,721K et les zones rouges de 2,729K.

Crédit : NASA

ANNEXE 2 : HALOS

(a)

(b)

FIG 1 : Deux exemples de halos autour de la Lune. Diamètre angulaire de la Lune : 0,50°.

Crédit : (a) Mika-Pekka Markkanen, (b) : Eva Seidenfaden

(i)

(ii)

(iii)

FIG 2 : couches bleue (i) (longueur d'onde moyenne : 460 nm), verte (ii) et rouge (iii) de la photographie 1