

## EXAMEN DE BACCALAUREAT – 2024

Option complémentaire

Physique

Temps à disposition : 3 heures.  
Matériel autorisé : formulaire et machine à calculer non programmable.

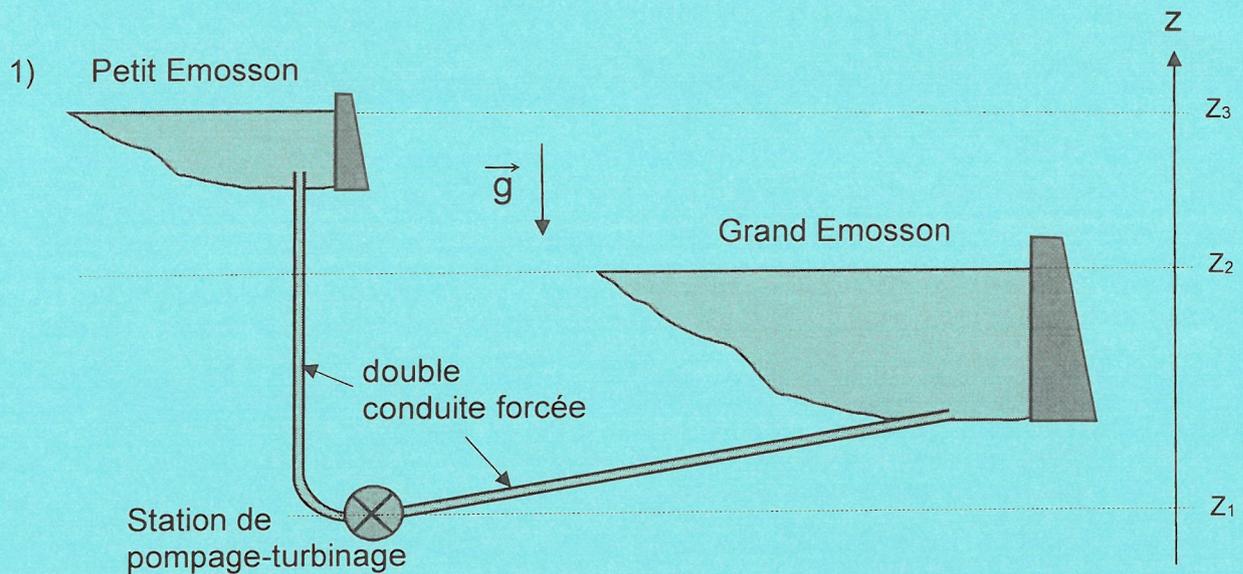
### Nombre de points par problème

Problème 1 : 20 pts  
Problème 2 : 20 pts  
Problème 3 : 20 pts

La note maximale de 6 correspond à 50 points.

### Consignes pour l'examen de maturité OC physique

1. Mettre son nom, prénom et numéroter les exercices sur chaque double page.
2. Faire un seul exercice par page double.
3. Ecrire à l'encre ou au stylo similaire.
4. Donner les développements ainsi que les réponses littérales.
5. Rendre tous les documents



La centrale électrique de pompage-turbinage de Nant de Drance (VS) permet de passer de l'eau du barrage du Petit Emosson à celui du Grand Emosson (turbinage) ou l'inverse (pompage). L'eau circule dans une double conduite forcée. Chacun des deux tuyaux placés en parallèle a un diamètre  $d$ . Le débit total de l'eau dans la double conduite vaut  $D_v$ .

Station en mode pompage

- Sachant que le volume d'eau que peut recevoir le Petit Emosson vaut  $V_0$ , déterminer la durée qu'il faut pour le remplir complètement.
- Déterminer la vitesse  $u$  de l'eau dans les conduites forcées.

Station en mode turbinage

- En mode production de courant électrique, déterminer la pression à l'entrée et à la sortie de la turbine, sachant que la pression atmosphérique vaut  $p_0$ .
- Déterminer la puissance électrique  $P_{ei}$  fournie par la centrale, sachant que son rendement global équivaut à  $\eta$ .

L'idée de la station de Nant de Drance est de permettre de couvrir les pics de demande en électricité en Suisse durant les heures de fortes sollicitations (midi et soir principalement). Pour assurer la rentabilité de la centrale, les remontées d'eau se font principalement la nuit lorsque le prix du kilowattheure électrique (kwh) est au plus bas.

- Si durant la phase de pompage le prix du kwh est de 0,12 CHF et durant la phase de turbinage de 1,35 CHF, déterminer le gain financier obtenu durant ce cycle de pompage-turbinage ? Et combien de cycles faudrait-t-il réaliser pour amortir les 2 milliards de CHF d'investissement initial ?

Applications numériques :

$d = 7,0 \text{ m}$	$D_v = 360 \text{ m}^3/\text{s}$	$V_0 = 2,5 \cdot 10^7 \text{ m}^3$	$g = 10 \text{ m/s}^2$
$\eta = 81\%$	$p_0 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$z_1 = 1700 \text{ m}$	$z_2 = 1900 \text{ m}$
		$z_3 = 2210 \text{ m}$	

2) On souhaite chauffer de l'eau avec une bouilloire électrique. Le corps de chauffe de cette bouilloire porte les indications suivantes ( $P$ ,  $U$ ). Comme on ne dispose que d'une source de tension  $U'$  (considérée comme idéale), on ajoute une résistance  $R_x$  - en parallèle ou en série ? - avec le corps de chauffe.

a) Justifier le choix de montage (en parallèle ou en série) et dessiner le circuit.

b) Calculer  $R_x$ .

Afin de vérifier le bon fonctionnement du dispositif, on branche un voltmètre de résistance interne  $R_v$  aux extrémités du corps de chauffe et un ampèremètre de résistance interne  $R_A$  destiné à mesurer le courant total délivré par la source de tension.

c) Dessiner le schéma de montage du circuit ainsi modifié.

d) On plonge alors le corps de chauffe dans une masse  $m$  d'eau à une température  $\Theta$ . Combien de temps faut-il pour amener l'eau à ébullition ( $100^\circ\text{C}$ ), sachant que le rendement de la bouilloire électrique vaut  $\eta$ .

Applications numériques :

$$P = 600 \text{ W}$$

$$U = 120 \text{ V}$$

$$U' = 230 \text{ V}$$

$$R_v = 1000 \ \Omega$$

$$R_A = 3 \ \Omega$$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Theta = 20^\circ\text{C}$$

$$\eta = 70\%$$

3) Répondre aux questions suivantes en justifiant les réponses.

3.1. Une boîte cylindrique de longueur  $L$  et de rayon  $R$  est faite d'une feuille de métal de masse volumique  $\rho$  et d'épaisseur  $e$  ( $\ll R$ ). Elle flotte dans un liquide de masse volumique  $\rho'$ , avec son ouverture hors de l'eau et sa paroi cylindrique positionnée verticalement. Montrez que la fraction  $f$  du volume immergé est telle que

$$f = \frac{e(2L + R)\rho}{RL\rho'}$$

3.2. 1) Une ligne de transport d'électricité de 200 km de long a une résistance de  $50 \Omega$  et transporte un courant de 1200 A. Quelle est la différence de potentiel entre deux pylônes séparés de 200 m ? Et quel champ électrique règne à l'intérieur des câbles conducteurs ?

2) Un grille-pain à deux fentes fonctionne sous 230 V avec un courant de 2,5 A. Il met 1 minute et 30 secondes pour griller deux tranches de pain. A raison de 0,21 CHF par kWh, combien coûte-t-il de griller deux tranches de pain ?

3.3. Les deux principaux isotopes du néon sont le Ne 20 et Ne 22. Des ions de ces deux isotopes (charge électrique =  $+e$ ), sont accélérés à partir du repos avec une tension de 1,0 kV, puis pénètrent dans un champ magnétique uniforme de 0,40 T, et ce, perpendiculairement aux lignes de champ. Quelle distance sépare les ions Ne 20 des ions Ne 22 après une demi-révolution dans un spectromètre ?

**Remarques :** Temps à disposition : 3 heures.

**Matériel à disposition :** formulaire, machine à calculer non programmable