

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAVAUX PUBLICS

MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

ÉPREUVE E3

UNITÉ U 32 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

A l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Documents à rendre avec la copie :

1. document-réponse page 5/6 ;
2. document-réponse page 6/6.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 5/6.

Code sujet :

Les trois parties du sujet sont indépendantes.

1 - THERMODYNAMIQUE (7 points)

On considère un gaz parfait initialement dans l'état A ($P_A = 1.10^5 \text{ Pa}$; $T_A = 273 \text{ K}$; $V_A = 50 \text{ L}$). On amène ce gaz dans l'état C ($P_C = 10 \text{ Pa}$; T_C ; V_C) de deux manières différentes :

- transformation 1 : par compression adiabatique de l'état A à l'état C ;
- transformation 2 : par compression isotherme de l'état A à l'état B puis échauffement à pression constante, de l'état B à l'état C, jusqu'à la température T_C .

Le système est considéré comme fermé et toutes les transformations sont supposées réversibles.

1.1 - Calculer le nombre de moles de gaz mises en jeu dans ces transformations.

1.2 - Calculer les variables d'états inconnues (température et volume) dans l'état C lorsque la masse de gaz subit la transformation 1 puis compléter le tableau du document réponse 1 page 5/6.

1.3 - Préciser la température et la pression de la masse de gaz dans l'état B lorsque la masse de gaz subit la transformation 2, puis calculer le volume V_B . Compléter le tableau du document réponse 1 page 5/6.

1.4 - Représenter les transformations 1 et 2 sur un diagramme (P,V) sur le document réponse 2 page 5/6.

1.5 - Le travail échangé

- entre les états A et C lors de la transformation 1 est W_1 : $W_1 = 1,16.10^4 \text{ J}$;
- entre les états A et B lors de la transformation 2 est W_{AB} : $W_{AB} = 1,15.10^4 \text{ J}$.

1.5.1 - Que peut-on dire d'une transformation adiabatique ?

1.5.2 - Calculer, lors de la transformation 2, le travail W_{BC} des forces de pression entre l'état B et l'état C.

En déduire le travail W_2 échangé sur l'ensemble de la transformation 2 quand la masse de gaz passe de l'état A à l'état C.

1.5.3 - Que vaut la quantité de chaleur Q_1 mise en jeu lors de la transformation 1 ? Exprimer et calculer la quantité de chaleur Q_{AB} et la quantité de chaleur Q_{BC} mises en jeu lors de la transformation 2 lorsque la masse de gaz passe de l'état A à l'état B, puis de l'état B à l'état C. En déduire la quantité de chaleur Q_2 .

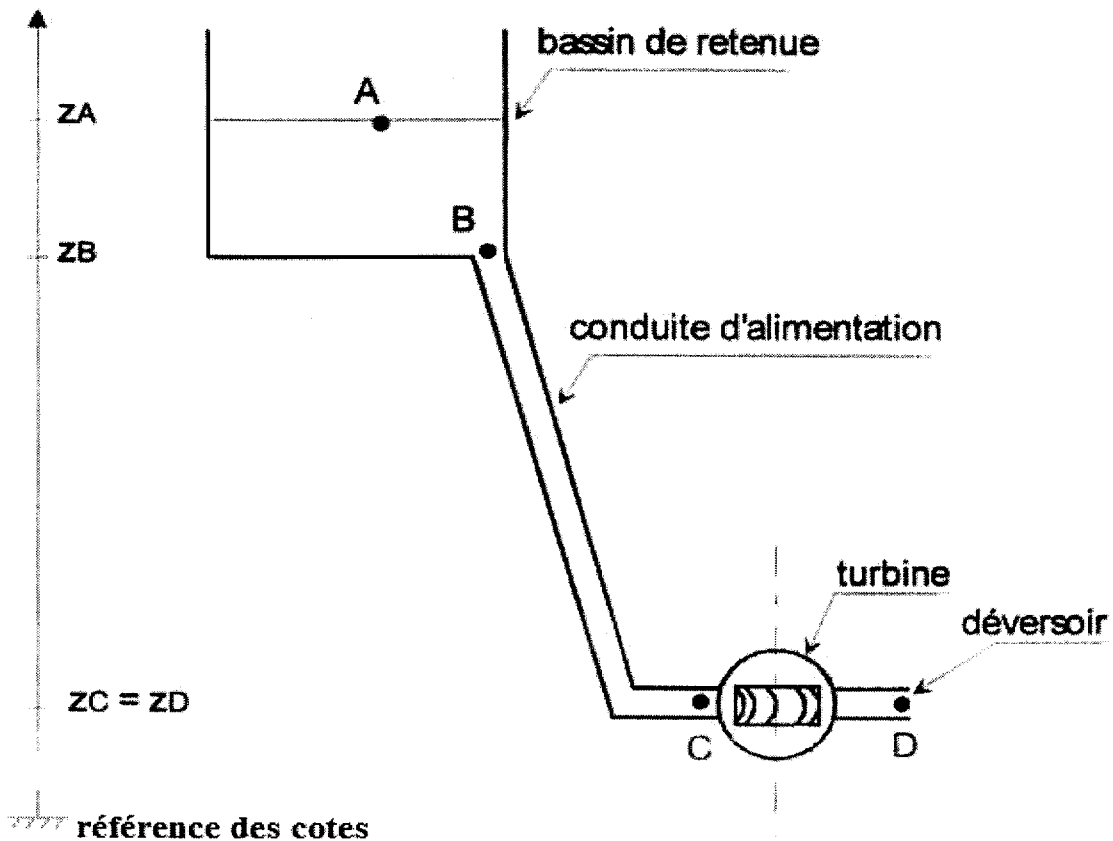
1.5.4 - Calculer alors les variations d'énergie interne ΔU_1 et ΔU_2 pour les deux transformations. Que vérifie-t-on ?

Données pour l'ensemble de l'exercice :

- constante des gaz parfaits $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- capacité calorifique molaire à pression constante : $C_p = 29,1 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- pour une transformation adiabatique : $PV^\gamma = \text{cste}$ avec $\gamma = 1,4$.

III] MECANIQUE DES FLUIDES (7 points)

Une turbine est alimentée par une retenue d'eau selon le schéma ci-dessous .



Données :

- diamètre d de la conduite d'alimentation et du déversoir de section circulaire : $d = 0,7 \text{ m}$;
- pressions aux points A, C et D : $p_A = p_D = 1,01 \text{ bar}$; $p_C = 1,10 \text{ bar}$;
- cote des points A, B et C par rapport à une origine de référence :
 $z_A = 363 \text{ m}$; $z_B = 361 \text{ m}$; $z_C = 353 \text{ m}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

L'eau sera considérée comme un fluide parfait incompressible. On supposera que le niveau de l'eau dans la retenue est constant. On admettra que les vitesses en C et D de l'eau sont équivalentes.

On rappelle la relation de Bernoulli entre deux sections d'écoulement d'un tube de courant :

$$\left(\frac{\rho}{2} \right) \cdot (v_1^2 - v_2^2) + \rho \cdot g \cdot (z_1 - z_2) + p_1 - p_2 = P_{\text{ext}} / q_v$$

dans laquelle P_{ext} est la puissance de l'appareil hydraulique

- 2.1 - Quelles sont les unités des différentes grandeurs intervenant dans cette relation (p , v , ρ , z , P_{ext} et q_v) ?
- 2.2 - Calculer la vitesse d'écoulement v_C du fluide au point C.
- 2.3 - En déduire le débit volumique q_v de l'eau dans la conduite.
- 2.4 - Justifier que les vitesses d'écoulement en B et C sont égales.

2.5 - Calculer la pression p_B à l'entrée de la conduite en utilisant la relation de Bernoulli entre B et C.

2.6 - Calculer la puissance fournie par l'eau à la turbine.

III] CHIMIE (6 points)

3.1 - Première partie : calcul de pH.

On dispose de deux solutions aqueuses de concentration c dans des récipients sur lesquels manquent des étiquettes. $c = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

On dispose également d'étiquettes sur lesquelles sont inscrites les indications suivantes :
($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$; $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) et ($\text{Na}^+_{(\text{aq})}$; $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$).

3.1.1 - Calculer les pH théoriques d'une solution d'acide chlorhydrique et d'une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration c .

3.1.2 - On désire retrouver par des mesures de pH à quel flacon correspond chaque étiquette. On obtient les mesures suivantes :

Flacon	n°1	n°2
pH mesuré	2,90	11,2

Indiquer, pour chaque flacon, l'étiquette qui lui correspond.

3.2 - Deuxième partie : Dosage d'une solution de base forte.

On souhaite déterminer la concentration inconnue d'une solution S_0 d'hydroxyde de sodium par un dosage acido-basique. Avant de réaliser le dosage, on prépare une solution S_1 par dilution de S_0 d'un facteur dix.

On dose alors un volume $V_1 = 10 \text{ mL}$ de S_1 . Pour obtenir l'équivalence, il faut ajouter un volume $V_E = 9,7 \text{ mL}$.

3.2.1 - Quelle solution de concentration c précédente (question 3.1.2) doit-on utiliser pour réaliser le dosage acido-basique ?

3.2.2 - Légender le schéma du document réponse 3 page 6/6 du dispositif expérimental du dosage acido-basique.

3.2.3 - Ecrire l'équation de la réaction de dosage acido-basique.

3.2.4 - Donner l'allure de la courbe de dosage en indiquant les valeurs caractéristiques (pH, volume) en complétant le document réponse 4 page 6/6.

3.2.5 - Déterminer la concentration C_1 de la solution diluée d'hydroxyde de sodium.

3.2.6 - En déduire la concentration C_0 de la solution S_0 .

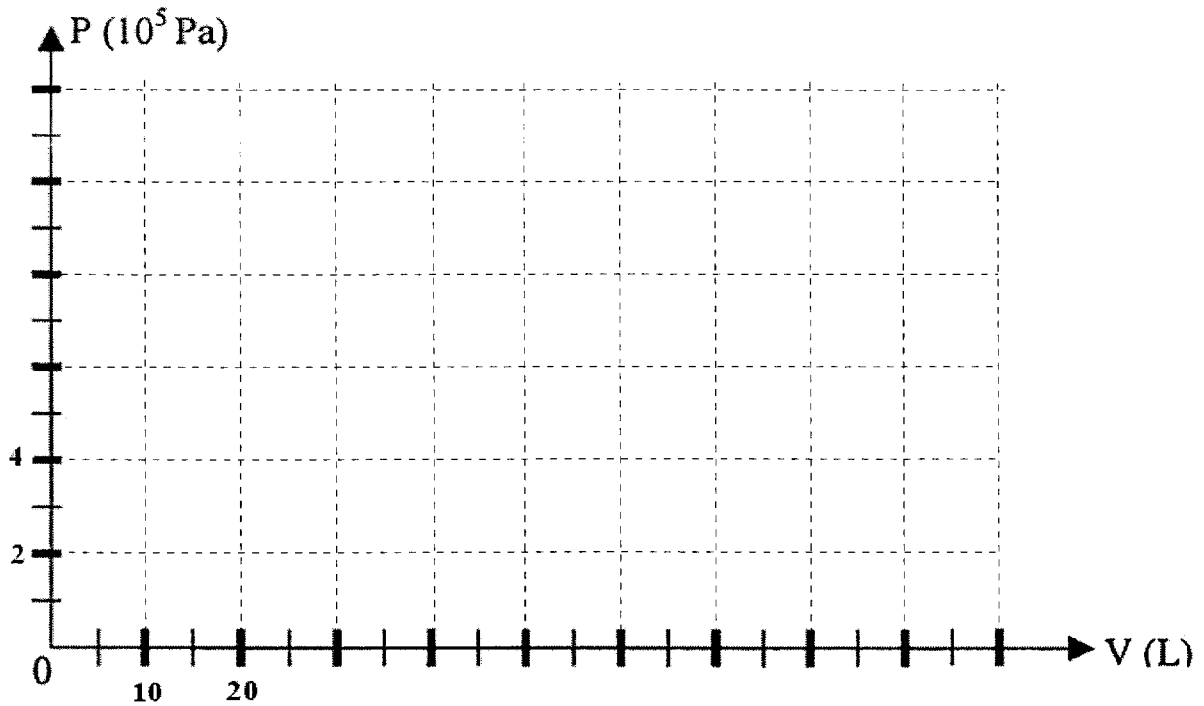
Donnée : produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$ à 25°C .

Document réponse à rendre avec votre copie

Document réponse 1 (questions 1.2 et 1.3) :

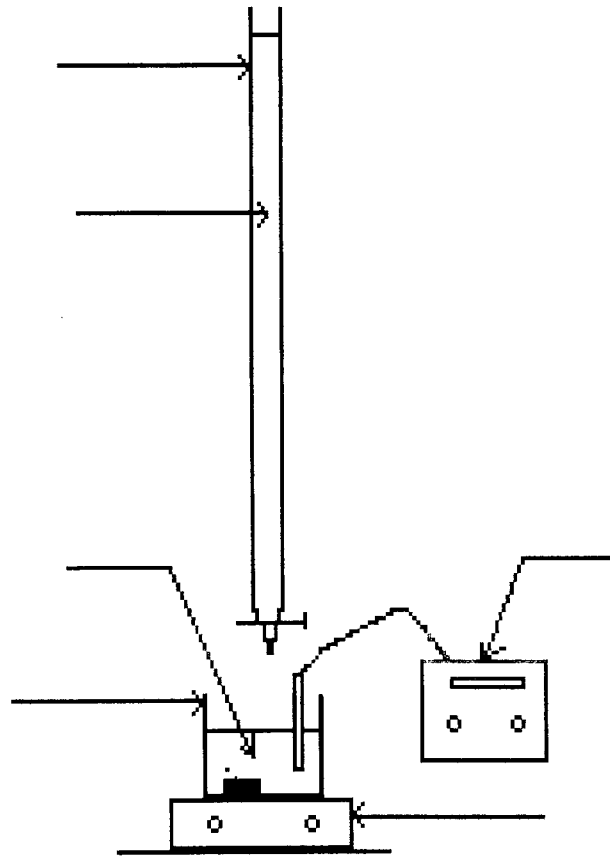
Variables d'état / Etat	A	B	C
P (Pa)	1.10^5		1.10^6
V (L)	50		
T (K)	273		

Document réponse 2 (question 1.4) :



Document réponse à rendre avec votre copie

Document réponse 3 (question 3.2.2) :



Document réponse 4 (question 3.2.4) :

