

« Révision 02 »

Bac 2023 Réunion Jour 1

EXERCICE III (6 points) EXTRACTION DU GAZ DE SCHISTE PAR ÉLECTRO-FRACTURATION

L'électro-fracturation est une méthode actuellement à l'étude pour remplacer la fracturation hydraulique et extraire le gaz de schiste.

Deux électrodes sont introduites dans une cavité de la roche, remplie d'eau. Une forte tension électrique, fournie par des condensateurs, est appliquée aux bornes des deux électrodes, ce qui provoque un arc électrique, accompagnée d'une « onde de pression » qui fracture la roche en s'y propageant.

Source : d'après www.senat.fr/rap/r12-640/r12-64020.html

L'objectif de cet exercice est d'étudier la charge et la décharge des condensateurs en se basant sur les données d'une expérimentation menée à l'université de Pau et des Pays de l'Adour.

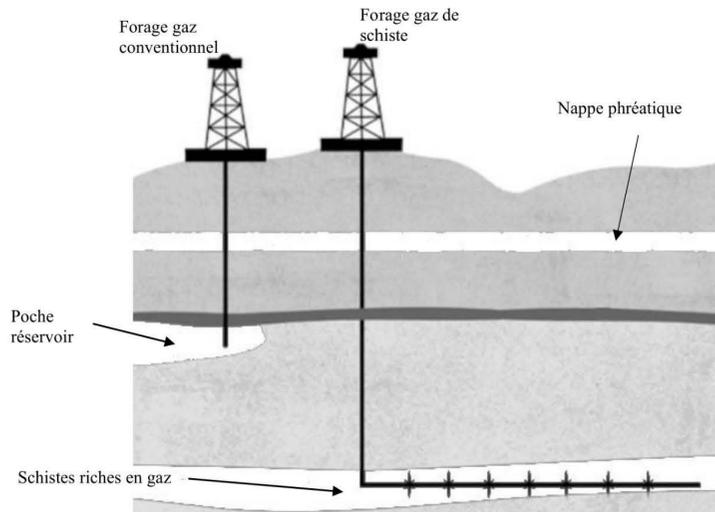


Figure 1 : Exploitation du gaz de schiste et du gaz conventionnel (source : choisir.com)

Données :

- L'énergie stockée par un condensateur peut être calculée avec la relation $W = \frac{1}{2} \times C \times u_C^2$ avec
 W : énergie stockée par le condensateur en joules (J) ;
 C : capacité du condensateur en farads (F) ;
 u_C : tension aux bornes du condensateur en volts (V).
- Le rendement énergétique η , en %, peut être calculé avec la relation $\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{consommée}}}$

L'installation électrique permettant d'alimenter les électrodes peut être modélisée de façon simplifiée par un schéma électrique contenant (figure 2) :

- interrupteur deux positions K ;
- alimentation électrique de tension $E = 40 \text{ kV}$;
- une installation permettant d'intégrer de 1 à 6 condensateurs placés en parallèle, chacun de capacité $C = 200 \text{ nF}$, représentée par un condensateur équivalent de capacité C_{eq} ;
- un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 160 \text{ k}\Omega$;
- le système {électrodes + eau} qui peut être modélisé par un conducteur ohmique de résistance $R_2 = 100 \Omega$.

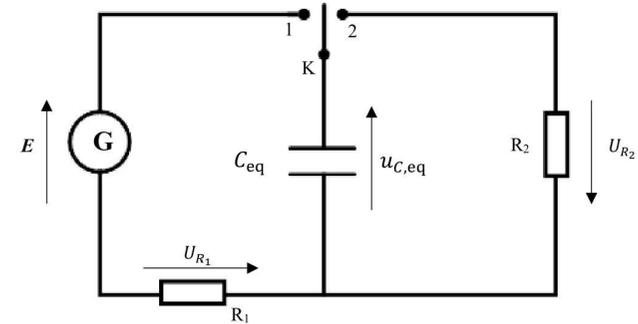


Figure 2 : schéma électrique simplifié de l'installation d'électro-fracturation

PARTIE A : Charge du condensateur équivalent

Dans cette partie, nous allons étudier la charge du condensateur équivalent de capacité C_{eq} pour déterminer l'énergie maximale stockée W_{max} . Le condensateur équivalent est initialement déchargé et l'on ferme l'interrupteur K en position 1 à l'instant $t = 0 \text{ s}$.

- Établir l'expression liant la tension aux bornes du condensateur équivalent $u_{C,\text{eq}}$, celle aux bornes du conducteur ohmique u_{R_1} , et la tension aux bornes de l'alimentation E .
- Établir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_{C,\text{eq}}$, aux bornes du condensateur équivalent lors de la charge.
- Vérifier que la solution de cette équation différentielle s'écrit : $u_{C,\text{eq}}(t) = E \times (1 - e^{-\frac{t}{\tau_{\text{charge}}}})$ et exprimer τ_{charge} en fonction de R_1 et C_{eq} .
- Déterminer la capacité C_{eq} du condensateur équivalent. On détaillera le raisonnement et fera apparaître clairement une partie de la démarche sur la courbe 1 de l'annexe à rendre avec la copie.
- En déduire le nombre de condensateurs de capacité $C = 200 \text{ nF}$ utilisés lors de l'expérimentation.
- Déterminer l'énergie maximale W_{max} stockée dans le condensateur équivalent chargé.

PARTIE B : Décharge du condensateur équivalent

Avant l'apparition d'un arc électrique entre les deux électrodes, le condensateur équivalent est initialement chargé avec une tension $E = 40 \text{ kV}$, puis il subit une pré-décharge pendant une durée $\Delta t = 12 \mu\text{s}$. On considérera pour la suite de l'exercice que $C_{eq} = 600 \text{ nF}$.

Durant cette pré-décharge, la tension aux bornes du condensateur équivalent évolue selon

$$l'expression u_{C,eq}(t) = E \times e^{-\frac{t}{R_2 C_{eq}}}.$$

À $t = 0 \text{ s}$, on ferme l'interrupteur K en position 2.

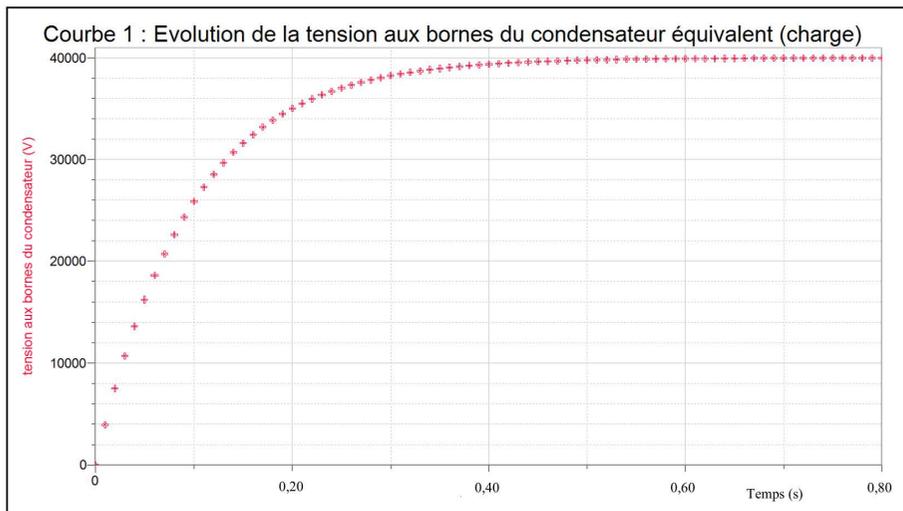
B.1. Déterminer la valeur de la tension $u_{C,eq}(t = \Delta t)$ aux bornes du condensateur équivalent à la fin de la pré-décharge.

B.2. En déduire la valeur de l'énergie restante W_{arc} dans le condensateur équivalent et disponible pour la création de l'arc électrique.

B.3. Calculer le rendement énergétique η de l'installation étudiée permettant la création de l'arc électrique. Commenter.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE (même non complétée)

EXERCICE III : Charge du condensateur équivalent



Bac 2024 Polynésie Jour 1

EXERCICE 3 – UNE JEUNE ASTRONOME (6 POINTS)

Une élève de terminale est intéressée par l'astronomie. Elle rêve de pouvoir observer le ciel par ses propres moyens. Pour cela, elle souhaite s'acheter une lunette astronomique qui lui permettra d'observer la Lune, le Soleil (par projection, car il ne faut jamais l'observer directement) et les planètes du Système solaire.

Elle a un budget limité et ne pourra s'offrir qu'une lunette premier prix. Ayant étudié les principes de la lunette astronomique, elle souhaite vérifier à l'aide de ses connaissances si cette lunette lui permettra d'observer la grande tache rouge de Jupiter.

Le but de l'exercice est de procéder à cette vérification et de déterminer si la grande tache rouge sera visible même au plus faible grossissement.

Vérification des caractéristiques commerciales de la lunette.

Dans un premier temps, cette élève veut vérifier que les grossissements de $\times 30$ et $\times 150$ annoncés par le fabricant sont corrects.

Données :

➤ Extrait de la notice de la lunette astronomique :

- Caractéristiques commerciales de la lunette à objectif achromatique :
 - Diamètre de l'objectif $D = 50 \text{ mm}$
 - Distance focale $f_1 = 60,0 \text{ cm}$
 - Grossissement avec accessoires compris : $\times 30$ et $\times 150$
 - Masse nette : 1 kg
- Eléments livrés :
 - Lunette et monture
 - Trépied en aluminium réglable en hauteur
 - Deux oculaires de distances focales $f_2 = 4 \text{ mm}$ et $f_2 = 20 \text{ mm}$
 - Filtre lunaire

➤ On rappelle que pour les petits angles θ : $\tan \theta \approx \theta$ et $\sin \theta \approx \theta$.

Q1. La lunette astronomique est un système optique afocal. Donner la signification du terme afocal.

Q2. Placer les termes *objectif* et *oculaire* sur le schéma du document réponse.

Q3. Tracer, sur le schéma du document réponse, le trajet des rayons arrivant de Jupiter considéré comme situé à l'infini en faisant figurer les traits de construction.

Q4. Placer, sur le schéma du document réponse, l'angle apparent θ' de l'objet à travers la lunette.

Q5. Donner la définition du grossissement G de la lunette. Montrer que l'expression du grossissement est $G = \frac{f_1}{f_2}$ et vérifier que les grossissements annoncés par le fabricant sont corrects.

Visibilité de la grande tache rouge de Jupiter.

La planète Jupiter est une planète gazeuse qui présente à sa surface un système de bandes de nuages clairs et sombres, mais surtout une grande tache rouge, un ouragan gigantesque qui souffle depuis au moins cinq siècles, date de sa première observation.

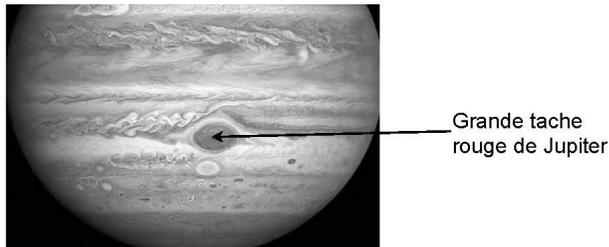


Figure 1. Jupiter et la grande tache rouge.

Jupiter peut être en conjonction ou en opposition avec la Terre. Jupiter est en opposition quand elle est située sur son orbite du même côté du Soleil que la Terre. Jupiter est en conjonction quand elle est située de l'autre côté de son orbite. Les positions de Jupiter en opposition et en conjonction sont représentées sur la figure 2.

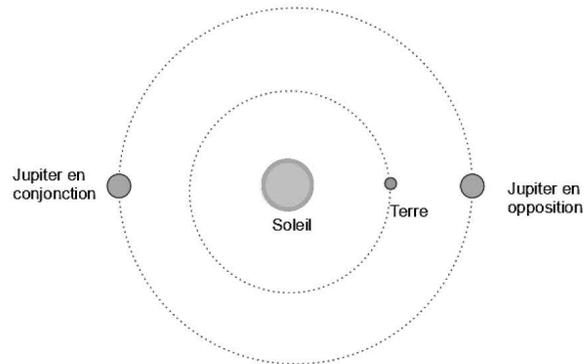


Figure 2. Positions de Jupiter sur son orbite en opposition et en conjonction.

Données :

- Distance Terre-Soleil : $D_{TS} = 1,5 \times 10^8$ km ;
- Distance Jupiter-Soleil : $D_{JS} = 7,8 \times 10^8$ km.

Q6. Indiquer la meilleure situation pour observer Jupiter. Calculer alors la valeur de la distance Terre-Jupiter D_{TJ} .

Donnée :

- La grande tache rouge est devenue quasiment circulaire avec un diamètre $D = 1,5 \times 10^4$ km.

Le schéma de la figure 3 représente l'angle apparent θ de la grande tache rouge de Jupiter.

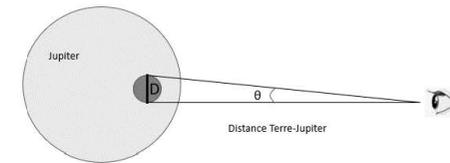


Figure 3. Schéma représentant l'angle apparent de la grande tache rouge.

Q7. Calculer le diamètre apparent θ de la grande tache rouge vue à l'œil nu.

Q8. Calculer la valeur du diamètre apparent θ' de la grande tache rouge vue à travers la lunette avec le plus petit grossissement de la lunette.

Un œil humain ne peut pas distinguer deux points si l'angle apparent θ' entre les deux points est inférieur à $2,9 \times 10^{-4}$ rad.

Q9. Déterminer si l'élève pourra voir la grande tache rouge avec cette lunette au plus petit grossissement.

Q10. Citer un phénomène optique susceptible de dégrader la visibilité de la grande tache rouge.

Q2, Q3 et Q4

**DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE
EXERCICE 3 - UNE JEUNE ASTRONOME.**

