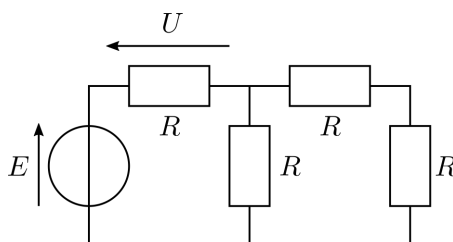


DS n° 1 de Physique-Chimie

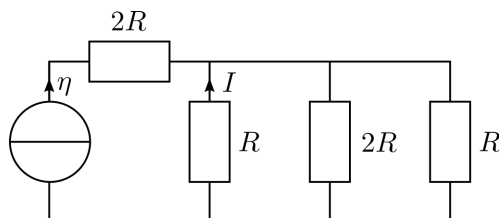
Durée : 3h
Calculatrice interdite

1 Diviser pour régner

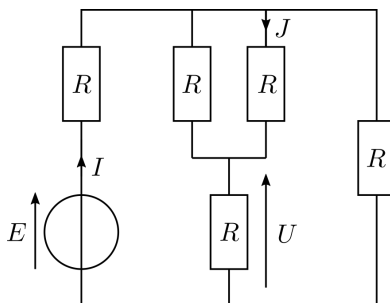
1. Que signifie l'acronyme ARQS ? En quoi consiste cette approximation ?
2. Une puce électronique de taille 1 cm fonctionnant à 10 MHz peut-elle être décrite dans le cadre de l'ARQS ?
3. Déterminer U en fonction de E et R .



4. Déterminer I en fonction de η et R .



5. On considère le circuit ci-dessous.



- (a) En utilisant plusieurs fois le diviseur de tension, déterminer l'expression de U en fonction de E .
- (b) En simplifiant le circuit, déterminer l'expression de I , en fonction de E et R .
- (c) En utilisant plusieurs fois le diviseur de courant, déterminer l'expression de J en fonction de E et R .

2 Quelques composés azotés

L'élément azote se trouve dans les engrais sous des formes très diverses. On le rencontre notamment sous forme d'ion nitrate NO_3^- et d'ions ammonium NH_4^+ dans le nitrate d'ammonium.

6. Donner le numéro atomique de l'azote, sa position dans le tableau périodique, ainsi que son nombre d'électrons de valence.
7. Les températures d'ébullition des composés hydrogénés de la colonne 15 de la classification périodique sont données ci-dessous.

Composé	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3
$\theta_{\text{éb}}$ ($^\circ\text{C}$)	-33	-88	-62	-18

Interpréter l'évolution des températures d'ébullition dans la colonne 15.

8. Donner le schéma de Lewis et la géométrie de l'ion nitrate NO_3^- .
9. L'acide nitrique HNO_3 est l'acide conjugué de l'ion nitrate. Donner son schéma de Lewis.
10. Donner le schéma de Lewis et la géométrie de l'ion ammonium NH_4^+ .
11. Le nitrate d'ammonium est-il plus soluble dans l'eau ou le cyclohexane? Justifier.
12. Le protoxyde d'azote N_2O , connu pour ses propriétés enivrantes (d'où son appellation de « gaz hilarant »), est obtenu par décomposition du nitrate d'ammonium. Donner son schéma de Lewis (N central). Indiquer sa géométrie. Représenter qualitativement son moment dipolaire.
13. Écrire l'équation de la décomposition du nitrate d'ammonium en protoxyde d'azote et en eau.
14. Les oxydes d'azote NO et NO_2 sont des polluants atmosphériques, issus de la combustion des combustibles fossiles. Donner leurs schémas de Lewis.
15. L'anhydride nitreux N_2O_3 se décompose en NO et NO_2 . En déduire son schéma de Lewis.

3 Étude d'une batterie de voiture

Une batterie de voiture peut être modélisée par un dipôle actif linéaire, dont le modèle de Thévenin possède une force électromotrice (fém) $e = 12\text{V}$ et une résistance interne $r = 0,20\ \Omega$. La plaque signalétique d'une batterie fournit en outre les caractéristiques suivantes :

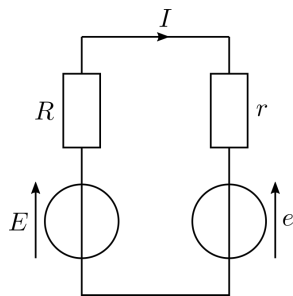
- $C = 60\ \text{A.h}$ (ampère.heure), la capacité maximale de charge de la batterie qui représente l'ampérage maximal disponible pendant une heure ; ainsi ce modèle peut fournir $60\ \text{A}$ pendant $1\ \text{h}$ ou $30\ \text{A}$ pendant $2\ \text{h}$ etc.
- $280\ \text{A}$, ampérage maximal pouvant être fourni

On rappelle que l'énergie échangée ΔE , pendant une durée Δt , à la puissance P constante, est

$$\Delta E = P \Delta t$$

3.1 Charge de la batterie

La batterie presque entièrement déchargée est reliée à un chargeur. Un chargeur de batterie peut être modélisé par un dipôle actif linéaire, dont le modèle de Thévenin possède une fém $E = 13\text{V}$ et une résistance des sortie $R = 0,30\ \Omega$. L'ensemble est équivalent au circuit électrique ci-dessous.



16. Exprimer l'intensité I du courant parcourant alors le circuit ainsi constitué en fonction de E , e , R et r .

Le rendement η de la charge de la batterie est défini comme

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{chargeur}}}$$

où P_{utile} est la puissance recue par la fém e de la batterie au cours de la charge et stockée sous forme chimique, et P_{chargeur} la puissance fournie par la fém E du chargeur au cours de cette charge.

17. Exprimer littéralement le rendement η de cette opération de charge de la batterie en fonction de e et E .
18. A quelle grandeur physique la capacité C de $60\ \text{A.h}$ est-elle homogène? Quelle est la valeur de cette capacité maximale de charge de la batterie exprimée en unité du système international?
19. Initialement, la batterie est presque totalement déchargée, et possède seulement 10% de sa capacité de charge maximale.
 - (a) Déterminer T , le temps de charge pour la recharger complètement en fonction de C , E , e , R et r . Faire l'application numérique.
 - (b) Exprimer l'énergie dissipée par effet Joule pendant cette charge en fonction de C , E et e .

3.2 Utilisation de la batterie chargée

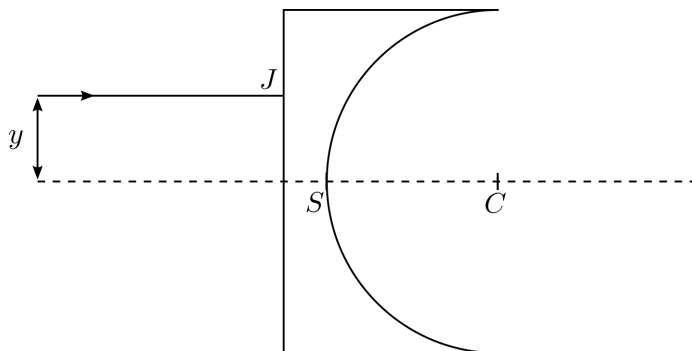
Dans cette partie, on néglige la résistance interne de la batterie : la batterie est assimilée à une source idéale de tension de fém $e = 12$ V.

20. Lorsque le conducteur allume ses feux de croisements, ceux-ci nécessitent une puissance $P = 160$ W.
 - (a) Exprimer puis calculer l'intensité I_{feux} du courant électrique que la batterie doit fournir.
 - (b) Si le conducteur éteint le moteur, pendant combien de temps la batterie peut-elle maintenir les feux allumés en supposant qu'elle est initialement totalement chargée.
 - (c) Pourquoi n'a-t-on pas ce problème quand le moteur tourne?
21. Au démarrage, le démarreur est actionné pendant 0,5 s et appelle 260 A. Calculer l'énergie consommée par le démarreur.

4 Lentille plan concave

On considère une lentille sphérique plan-concave de centre C de sommet S de rayon $R = SC$ et d'indice $n > 1$. La lentille est immergée dans l'air d'indice 1,0.

4.1 Étude de la réflexion totale



On considère un rayon incident parallèle à l'axe optique et distant de y de cet axe optique. Ce rayon frappe le premier dioptré en un point J et le second dioptré au point I .

22. Sur un schéma, représenter le cheminement de ce rayon, jusqu'en I . Placer l'angle d'incidence i en I .
23. Établir la condition sur y , R et n , pour qu'il n'y ait pas réflexion totale en I .

4.2 Étude du rayon émergent

On suppose la condition précédente vérifiée, de sorte que le rayon soit réfracté en I et émerge de la lentille.

24. Représenter le rayon émergent en I . Placer sur le schéma l'angle de réfraction r au point I ainsi que l'angle de déviation D par rapport au rayon incident horizontal. La lentille est-elle convergente ou divergente?
25. Exprimer r en fonction de y , R et n .
26. Exprimer D en fonction de r et i .

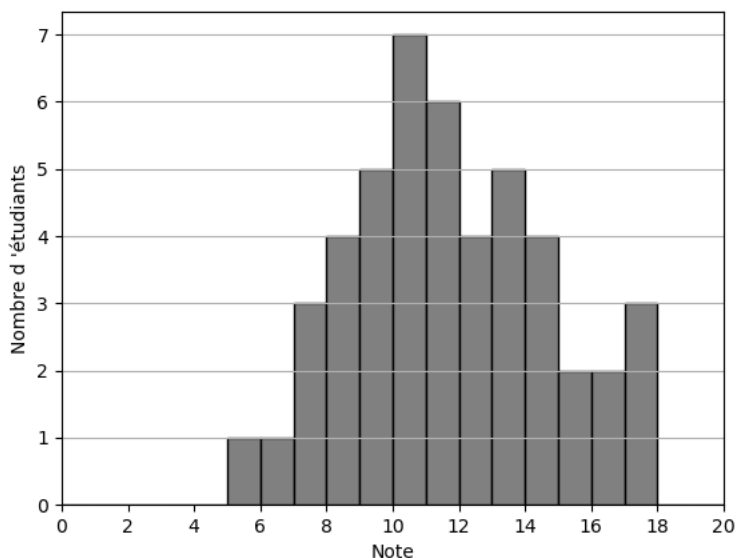
On note K le point d'intersection du prolongement du rayon émergent avec l'axe optique et H le projeté orthogonal de I sur l'axe optique.

27. Exprimer la distance HK , puis la distance CK en fonction R , i et r .
28. Cette lentille est-elle rigoureusement stigmatique?
29. Énoncer les conditions de l'approximation de Gauss.
30. Exprimer CK , en fonction de R et n , dans l'approximation de Gauss.
31. Conclure sur le stigmatisme de la lentille. Que représente le point K dans l'approximation de Gauss?

Commentaires du DS n° 1 de Physique-Chimie

Moyenne : 11,7/20

Max : 17,8/20



1. L'ARQS ne consiste pas à négliger le temps de déplacement des électrons devant le temps caractéristique du signal. Si on négligeait ce temps, la vitesse des électrons et donc l'intensité seraient infinies.
On ne peut comparer que des grandeurs homogènes. Négliger une vitesse devant une longueur ou un temps n'a pas de sens.
 7. Ne pas confondre atome et molécule. Une molécule comme NH_3 ne peut pas être électro-négative : c'est l'azote N qui est plus électro-négatif que H. Une molécule peut être polaire. De même, N ne forme pas de liaisons hydrogène, c'est l'ammoniac NH_3 qui peut former des liaisons hydrogène (avec les autres molécules de NH_3).
 8. L'azote N (2ème ligne) ne peut pas être hypervalent et doit vérifier la règle de l'octet si possible.
 11. Le nitrate d'ammonium n'est pas une molécule. C'est un assemblage d'ions nitrate NO_3^- et ammonium NH_4^+ , c'est-à-dire un solide ionique. Le moment dipolaire n'est pas pertinent pour un ion.
 12. Il y a 2 schémas de Lewis envisageables. Le plus probable est celui où la charge \ominus est portée par l'atome le plus électro-négatif O.
-
- 19.(b) Ne pas confondre l'énergie et la force électromotrice (tension), les deux étant couramment notées E .
 21. L'unité SI de l'énergie est le Joule : $\text{J}=\text{W}\cdot\text{s}^{-1}$.
 28. Dire que la position de K dépend de i est insuffisant. Il faut préciser que les rayons parallèles à l'axe, sont issus d'un point à l'infini sur l'axe. Donc l'image d'un point à l'infini sur l'axe n'est pas un point.
 29. Ne pas confondre approximation de Gauss (approximation des petits angles) et conditions de cette approximation (rayons proches de l'axe optique et peu inclinés par rapport à l'axe).

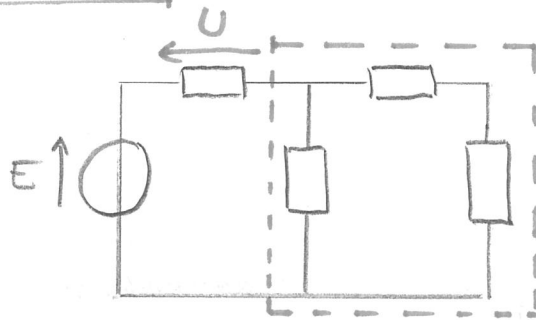
1. Diviser pour régner

1. L'approximation des régimes quasi-stationnaires consiste à négliger la durée de propagation des ondes électromagnétiques dans le circuit devant la durée caractéristique de variation du signal.

2. $f = 10 \text{ MHz}$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{10 \times 10^6 \text{ Hz}} = 30 \text{ m}$

$L = 1 \text{ cm} \ll \lambda$, donc l'ARQS est vérifiée.

3.



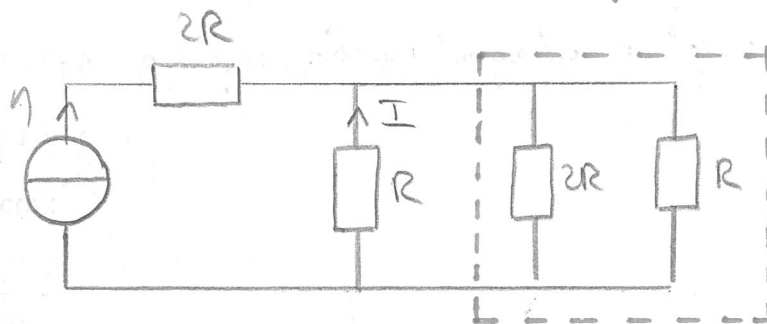
$$R \parallel (R+R) = \frac{R \times 2R}{R+2R} = \frac{2}{3} R$$

D'après le diviseur de tension,

$$U = \frac{R}{R + \frac{2}{3}R} E$$

$$U = \frac{3}{5} E$$

4.

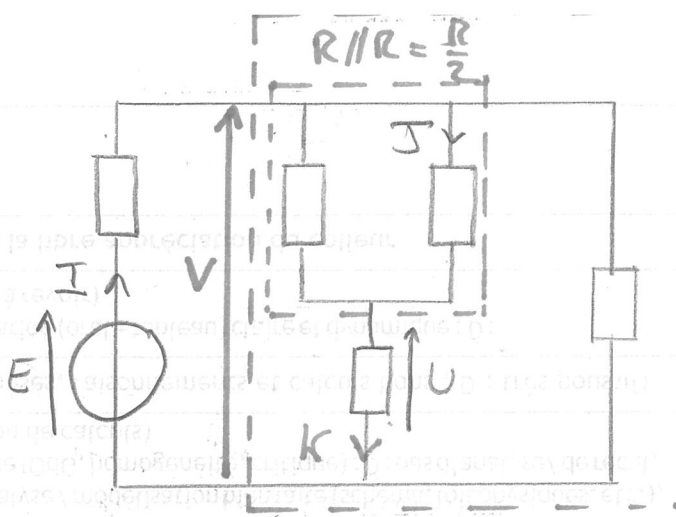


$$2R \parallel R = \frac{2}{3} R$$

D'après le diviseur de courant, $I = \frac{\frac{2}{3}R}{R + \frac{2}{3}R} (-\eta)$

$$I = -\frac{2}{5} \eta$$

5. (a)

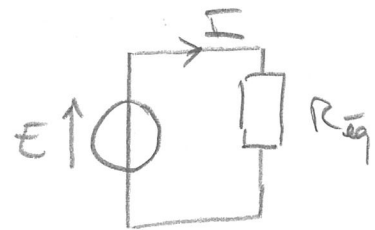


$$\left(\frac{R}{2} + R\right) // R = \frac{\frac{3}{2}R \times R}{\frac{3}{2}R + R} = \frac{3}{5}R$$

D'après le diviseur de tension : $V = \frac{\frac{3}{5}R}{R + \frac{3}{5}R} E = \frac{3}{8}E$

et $U = \frac{R}{R + \frac{R}{2}} V = \frac{2}{3}V$ Ainsi $U = \frac{E}{4}$

(b) Le circuit est équivalent à :



$$R_{eq} = R + \frac{3}{5}R = \frac{8}{5}R$$

$E = R_{eq} I$, donc $I = \frac{5E}{8R}$

(c) D'après le diviseur de courant, $K = \frac{R}{R + \frac{R}{2} + R} I = \frac{2}{5}I$

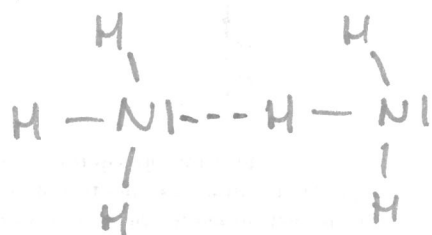
et $J = \frac{K}{2}$, donc $J = \frac{E}{8R}$

2. Quelques comparés azotés

6. N ($Z = 7$) se situe à la 2^{ème} période et 15^{ème} colonne
N a 5 électrons de valence.

7. Plus on descend dans la colonne, plus les molécules
sont polarisables, donc plus les interactions de Van der
Waals sont fortes, donc plus O_{eb} est élevée.

O_{eb} de NH_3 est anormalement élevée, car N étant plus
électronegatif que H, NH_3 peut former des liaisons
hydrogène.



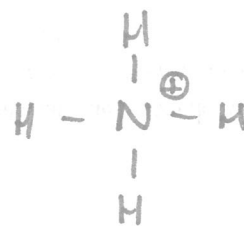
8. NO_3^- : $N_v = 5 + 3 \times 6 + 1 = 24$



Géométrie : triangulaire (AX_3)



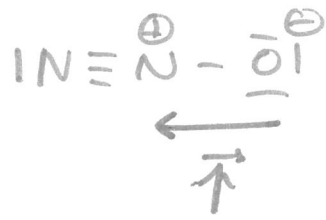
10. NH_4^+ : $N_v = 5 + 4 - 1 = 8$



Géométrie tétraédrique (AX_4)

11. L'eau est un solvant polaire, le cyclohexane
est un solvant apolaire. Le nitrate d'ammonium est
un solide ionique, donc est plus soluble dans l'eau.

12. $N_2O : N_v = 2 \times 5 + 6 = 16$

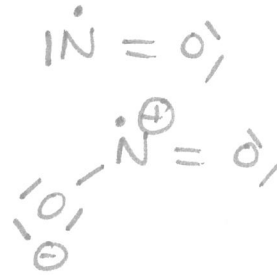


géométrie linéaire (AX_2)

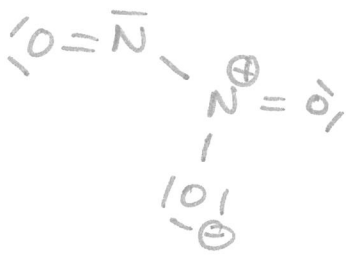


14. $NO : N_v = 5 + 6 = 11$

$NO_2 : N_v = 5 + 2 \times 6 = 17$



15.



3 Étude d'une batterie de voiture

16. D'après la loi des mailles : $E - RI - rI - e = 0$

$$\boxed{I = \frac{E - e}{R + r}} = 2 \text{ A}$$

17. $\eta = \frac{eI}{EI}$ donc $\boxed{\eta = \frac{e}{E}}$

18. C est homogène à une charge

$$C = 60 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s}$$

$$\boxed{C = 216\,000 \text{ C}}$$

19. (a) $0,9 C = IT$

$$= \frac{E - e}{R + r} T$$

donc

$$\boxed{T = 0,9 C \frac{R + r}{E - e}}$$

A.N. $T = 0,9 \times 60 \times 0,5 \text{ h}$

$$\boxed{T = 27 \text{ h}}$$

(b) $E_{\text{Joule}} = (r + R) I^2 \times T$

$$= \frac{(E - e)^2}{r + R} \times 0,9 C \frac{R + r}{E - e}$$

$$\boxed{E_{\text{Joule}} = 0,9 C (E - e)}$$

20. (a) $P = e I_{\text{fem}}$ donc $\boxed{I_{\text{fem}} = \frac{P}{e}}$

$$= \frac{40 \text{ A}}{3} = 13,3 \text{ A}$$

(b) $e = I_{\text{fem}} \Delta t$ donc $\Delta t = \frac{e}{I_{\text{fem}}} = \frac{60 \text{ A} \cdot \text{h}}{\frac{40 \text{ A}}{3}}$

$$\boxed{\Delta t = 4,5 \text{ h}}$$

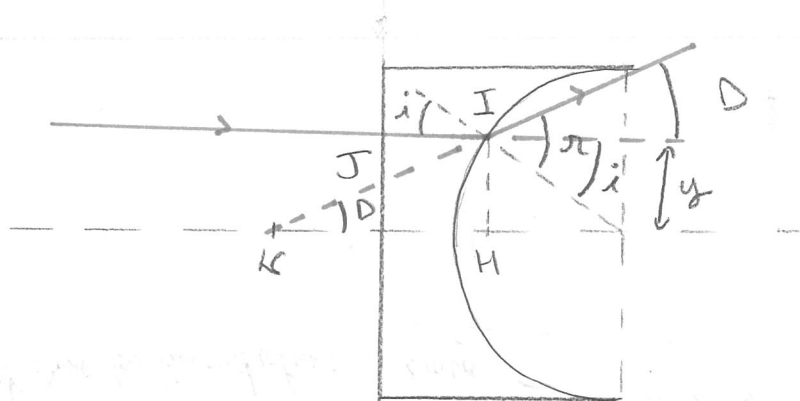
(c) le moteur recharge la batterie.

21. $\Delta E = P \Delta t = e I \Delta t$
 $= 12 \times 260 \times 0,5 \text{ J}$

$\Delta E = 1560 \text{ J}$

4. Lentille plan concave

22.



23. la condition de reflexion totale est : $n \sin(i) > 1$

Or $\sin(i) = \frac{y}{R}$

Il n'y a pas reflexion totale en I si $n \frac{y}{R} < 1$

24. la lentille est divergente

25. Loi de la refraction : $n \sin(i) = \sin(r)$

Donc $\sin(r) = n \frac{y}{R}$

$r = \arcsin\left(n \frac{y}{R}\right)$

26. $D = r - i$

$$27. IH = R \sin i$$

$$HK = \frac{IH}{\tan(\Delta)} = R \frac{\sin(i)}{\tan(r-i)}$$

$$CK = HK + HC$$

$$CK = R \frac{\sin(i)}{\tan(r-i)} + R \cos(i)$$

28. La position de K dépend de i , donc du rayon considéré, donc l'image d'un point à l'infini n'est pas un point.

Ainsi, la lentille n'est pas rigoureusement stigmatique.

29. L'approximation de Gauss est valable pour des rayons paraxiaux, c'est-à-dire proches de l'axe et peu inclinés par rapport à l'axe.

$$30. \sin(i) \approx i \quad \cos(i) \approx 1 \quad \text{et} \quad \tan(r-i) \approx r-i$$

$$\text{Donc} \quad CK \approx R \frac{i}{r-i} + R = R \frac{r}{r-i}$$

$$\text{Or} \quad n \sin(i) = \sin(r) \quad \text{donc} \quad ni \approx r$$

$$\text{Ainsi,} \quad CK \approx R \frac{n}{n-1}$$

31. K ne dépend pas du rayon considéré dans l'approximation de Gauss : la lentille vérifie un stigmatisme approché.

K représente alors le foyer image F' de la lentille.