

CIV Concours d'entrée 2019

Physique Chimie

Durée: 3 heures



Numéro d'inscription du candidat :

Consignes pour les candidats

- Inscrivez ci-dessus votre numéro d'inscription.
- N'ouvrez pas ce sujet jusqu'à ce que l'on vous en donne l'autorisation.
- Les calculatrices ou formulaires ne sont pas autorisés.
- Vos réponses doivent être écrites en **français ou en anglais** sur les feuilles de réponses fournies.
- N'oubliez pas de renseigner votre numéro d'inscription et de numéroter correctement (page .. sur ..) sur chacune de vos feuilles de réponses (par exemple : page 1/5, 2/5 ... 5/5).
- Une réponse partielle est toujours intéressante. N'hésitez pas à écrire un raisonnement, même incomplet.
- Une suggestion de barème est indiquée en début de chaque exercice. Nous vous conseillons d'en tenir compte dans le temps que vous consacrerez à chaque exercice.
- Pour information, le barème suggéré maximum total est de 100 points.

BONNE CHANCE / GOOD LUCK !

PHYSIQUE

Consignes :

Les expressions littérales sont attendues avant de faire les applications numériques. Les résultats numériques seront écrits avec au moins un chiffre significatif.

Exercice 1: (/6pts)

Voici l'extrait du compte-rendu de TP d'un élève destiné à vérifier le principe de conservation de la quantité de mouvement :

« Je me suis assuré qu'aucune force extérieure ne s'appliquait sur l'ensemble des 2 corps A et B. J'ai lâché l'objet B sans vitesse initiale et j'ai lancé l'objet A à une vitesse constante. L'objet A est entré en collision avec B et les deux corps ont poursuivi leur mouvement ensemble. »

Les données suivantes ont été mesurées:

Masse du corps A : $M_a = 300 \text{ g}$

Masse du corps B : $M_b = 180 \text{ g}$

Vitesse du corps A avant collision : $V_a = 0,8 \text{ ms}^{-1}$

Vitesse des corps A et B après la collision: $V_{ab} = 0,5 \text{ ms}^{-1}$

1. Faire un schéma de l'expérience.
2. Préciser quelles mesures ont été réalisées par l'élève permettant d'en déduire les vitesses indiquées.
3. En utilisant les données, montrer que l'expérience vérifie bien le principe de conservation de la quantité de mouvement.
4. Quelles sont les deux forces extérieures susceptibles de s'appliquer sur les objets ?
5. Expliquer comment l'opérateur peut réduire les effets de ces deux forces.

Exercice 2: (/ 13pts)

La pression du sang peut être mesurée de plusieurs façons. L'une des techniques utilise l'effet Doppler ; l'autre utilise une jauge de contraintes placée dans un pont de Wheastone.

A. Effet Doppler

1. Expliquer ce qu'est l'effet Doppler. Préciser son origine à l'aide d'un schéma.
2. Choisir parmi les formules suivantes celles qui vous paraissent correctes :

On note V la vitesse d'un véhicule, V_s la vitesse de l'onde sonore, f_E la fréquence de l'onde émise et f_R la fréquence de l'onde reçue.

$$f_E = f_R \left(2V - \frac{V}{V_s} \right)$$

$$f_R = V \left(f_E - \frac{2V}{V_s} \right)$$

$$f_R = f_E \left(\frac{V_s}{V_s - V} \right)$$

Une sirène d'ambulance émet un son de fréquence 950 Hz. Quand l'ambulance s'approche de l'observateur, celui-ci mesure une fréquence de 1000 Hz.

3. Calculer la vitesse de l'ambulance.
4. Citer deux applications pratiques de l'effet Doppler.

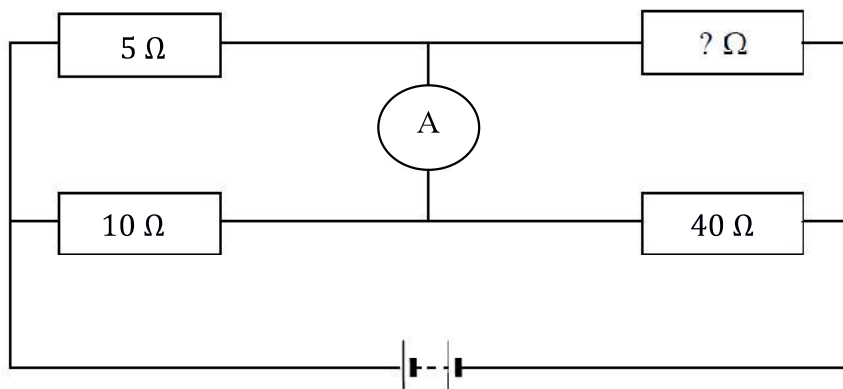


Données : vitesse du son dans l'air : 340 ms^{-1}

B. Pont de Wheastone

La résistance électrique d'une jauge de contrainte augmente quand une force est appliquée. Les jauges de contrainte peuvent être placées dans un pont de Wheastone (schéma ci-dessous), ce qui permet de détecter toute variation de leur résistance.

Un pont de Wheastone est équilibré lorsque l'intensité mesurée à l'ampèremètre est nulle. L'ampèremètre sera supposé sans résistance interne.

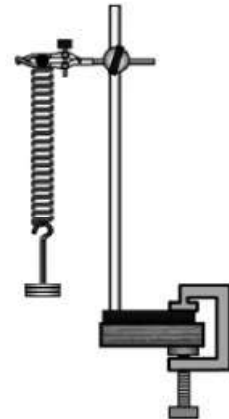


1. Le pont de Wheastone représenté ci-dessus est équilibré. En déduire la valeur de la résistance inconnue.
2. Ecrire la résistance d'un conducteur en fonction de sa résistivité, de sa longueur et de son diamètre. Quelle est la conséquence sur la résistance si le rayon du conducteur est doublé ?

Exercice 3 :Loi de Hooke (/ 9pts)

1. Enoncer la loi de Hooke

On considère un ressort vertical de constante de raideur $k = 10 \text{ Nm}^{-1}$ et de longueur à vide $l_0 = 25 \text{ mm}$. Un objet de masse $m = 20 \text{ g}$ est attaché au bout du ressort.



2. Quelle est la longueur le du ressort?

A partir de cette position d'équilibre, on tire le ressort d'une distance $a = 5 \text{ mm}$ et on le relâche sans vitesse initiale. L'objet oscille alors de façon harmonique non amortie.

3. Tracer le graphe vitesse-temps du mouvement de l'objet.
4. Calculer la période d'oscillation de l'objet.

Données : accélération de la pesanteur, $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

Exercice 4 : Loi de Boyle (/4pts)

Lors d'une expérience destinée à vérifier la loi de Boyle, un élève mesure le volume V d'un gaz en fonction de la pression p . La température et la masse du gaz restent inchangées. Les mesures sont reportées dans le tableau suivant :

$V \text{ (cm}^3\text{)}$	80	120	160	200	240	280
$p \text{ (kPa)}$	324	214	165	135	112	100

1. Tracer le graphe de la pression du gaz en fonction de son volume. Expliquer en quoi ce graphe vérifie la loi de Boyle.
2. Utiliser ce graphe pour estimer la pression du gaz à un volume de 250 m^3 .
3. Pourquoi la température est-elle susceptible de varier au cours de l'expérience ?
Comment l'élève peut-il s'assurer que la température reste la même à chaque mesure ?

Exercice 5 : Loi de Snell-Descartes (/ 4 pts)

Pour mesurer l'indice de réfraction d'une substance, un élève a mesuré l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r d'un rayon de lumière qui passe de l'air dans la substance. Il a répété la procédure pour plusieurs angles d'incidence et a obtenu les résultats suivants :

i (degrees)	20	30	40	50	60	70	80
r (degrees)	13	20	27	23	36	40	43

1. L'un des angles de réfraction mesurés n'est pas cohérent avec les autres: lequel?
2. Décrire à l'aide d'un schéma légendé comment l'élève a pu mesurer l'angle de réfraction.
3. Calculer la valeur de l'indice de réfraction de la substance en traçant le graphe adapté à partir des données du tableau.

Exercice 6 :Glaçon (/11 pts)

1. Donner la définition de la chaleur latente de fusion

Un verre contient $m = 500$ g d'eau à une température de $T_w = 24$ °C. Trois glaçons cubiques de côté 2 cm sont sortis du congélateur et placés dans le verre. La température de la glace est de $T_i = -20$ °C.

2. Calculer la masse de glace m_{itot}
3. Exprimer la température minimale de l'eau lorsque le glaçon a entièrement fondu.

Données :

Masse volumique de la glace $\rho = 0.9$ gcm⁻³

Capacité thermique de l'eau $c_{eau} = 4200$ Jkg⁻¹K⁻¹

Capacité thermique de la glace $c_{ice} = 2100$ Jkg⁻¹K⁻¹

Chaleur latente de fusion de la glace $l_{ice} = 3.3 \times 10^5$ Jkg⁻¹

Exercice 7 : Golfleur (/13pts)

Un golfleur tire son chariot le long du parcours. Il applique une force F de 300 N avec un angle θ de 45 ° par rapport à l'horizontale.



Le poids P du chariot est de 210 N et la force de friction T est de 206 N.

1. Représenter la résultante des forces appliquée sur le chariot.
2. Au vu de cette résultante, que peut-on dire du mouvement du chariot ?
3. Utiliser la 2nde loi de Newton pour déterminer l'équation reliant la force, la masse et l'accélération.

On considère maintenant un golfeur qui frappe une balle. Une force F_g de 9,0 kN est appliquée par le club sur la balle de golf. La masse de la balle est de $m_b = 45g$. Le contact entre la balle et le club dure $\Delta t = 0,25$ ms.

1. Calculer la vitesse avec laquelle la balle quitte le club.
2. La balle quitte le club avec un angle de 30° par rapport à l'horizontale. Calculer l'altitude maximale atteinte par la balle. On pourra négliger les frottements de l'air.

Aide :

$$\cos(45^\circ) = \sin(45^\circ) = 0.7$$

$$\sin(30^\circ) = 0.50$$

$$\cos(30^\circ) = 0.86$$

$$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$2.5 * 2.5 = 6.25$$

Exercice 8 : Circuit RC série (/10pts)

Le circuit électrique ci-dessous permet de laisser une lampe (non représentée sur le schéma) allumée pendant une courte période après l'ouverture de l'interrupteur K .

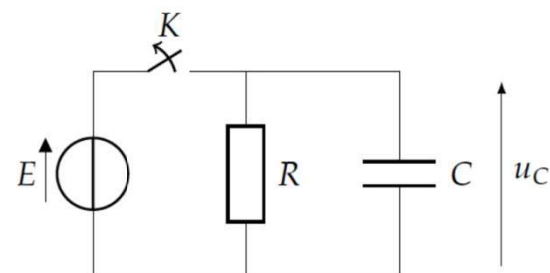
Avant de démarrer, l'interrupteur K est fermé depuis un long moment.

A $t = 0s$, on ouvre l'interrupteur K .

La lampe reste allumée pendant **6 ms**

La lampe s'éteint lorsque u_c est en dessous de **5 % de E**

Le condensateur a une capacité **$C = 20\mu F$** .



Quand l'interrupteur K est ouvert,

u_c est solution de l'équation (1) :

$$(1) RC \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

- 1°) Vérifiez que $u_C = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$ est solution de l'équation (1).
- 2°) Exprimer la valeur de \mathbf{A} et τ en fonction de E , R et C .
- 3°) Exprimer la valeur de \mathbf{t} lorsque la lampe s'éteint en fonction de R et C .
- 4°) Sachant que $\ln(0,05) \approx -3$, estimer la valeur de \mathbf{R} .
- 5°) Que se passe-t-il si on utilise une valeur de \mathbf{R} plus faible ?

CHIMIE : Autour du Fluor

Le fluor est l'élément le plus électronégatif, et le plus réactif. Certains composés fluorés, tels que l'hexafluorure d'uranium, sont utilisés dans la production de combustible nucléaire. De nombreux composés organiques, y compris des matériaux plastiques résistants aux hautes températures tels que le Téflon, contiennent du fluor. L'acide fluorhydrique, HF, peut dissoudre du verre. Les ions fluorures ont une forte affinité pour le calcium et apparaissent dans de nombreuses applications.

L'élément fluor possède 11 isotopes de demi-vie déterminées, ayant des nombres de masse variant de 15 à 25. A l'état naturel l'isotope stable du fluor est ^{19}F .

Description de l'atome: (approx. 10 points)

1) Définir le numéro atomique d'un élément.

En tant que particules, ^{19}F et ^{18}F sont des atomes représentant le même élément, mais quelle est leur différence?

2) Définir une orbitale atomique. Ecrire la configuration électronique fondamentale (à l'aide des orbitales s, p) d'un atome de fluor.

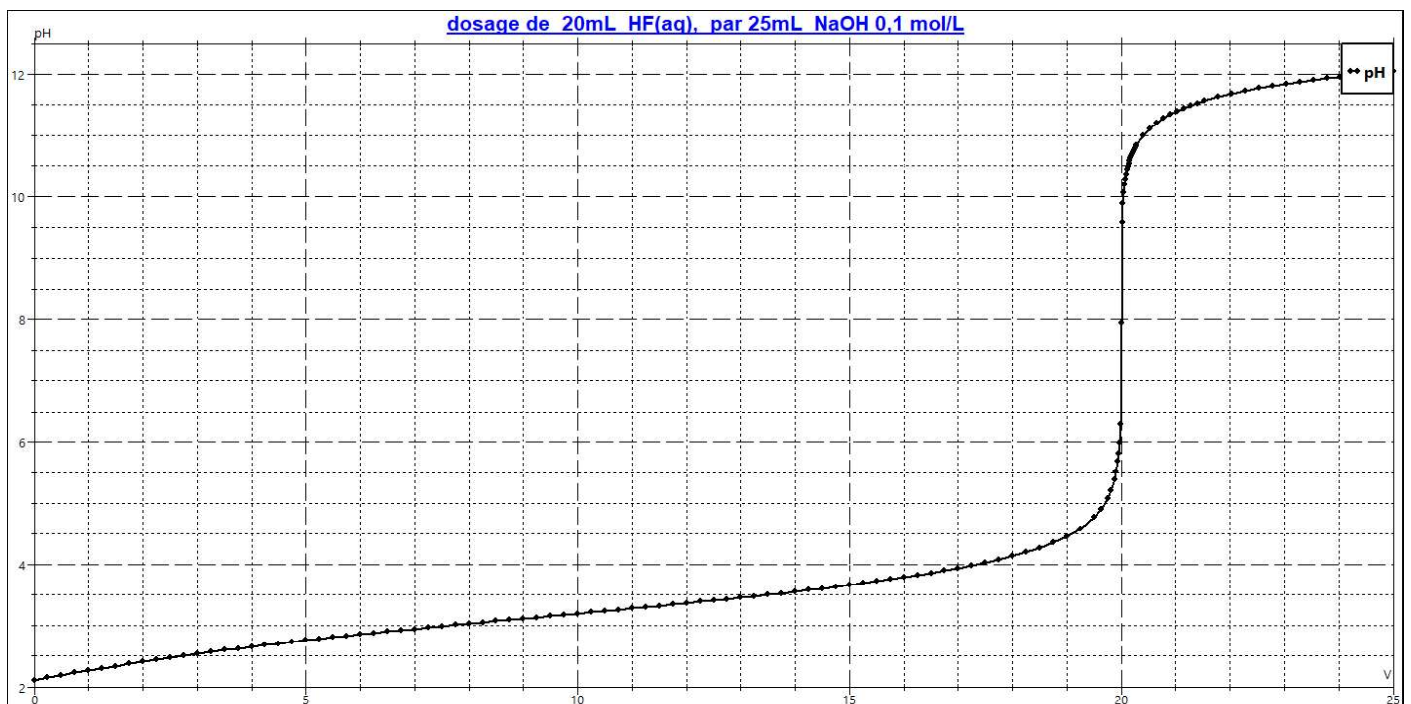
Combien y-a-t-il d'électrons de valence? Dans quelle colonne et quelle ligne (période) de la classification périodique se trouve l'élément fluor?

3) Définir l'électronégativité. Représenter la structure de Lewis de la molécule HF, en montrant la liaison covalente entre ces deux atomes.

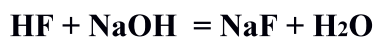
Titrage de HF par NaOH: (approx. 14 points)

Afin de déterminer la concentration en acide fluorhydrique HF dans un échantillon, un prélèvement de 20 mL a été dosé par une solution de soude de concentration précise 0.10 mol.L^{-1} .

La courbe de pH-métrie obtenue est montrée ci-dessous:



L'équation bilan de la réaction de dosage s'écrit:



4) La solution d'hydroxyde de sodium a été préparée à partir de **NaOH** solide dissoute dans 100 mL (1 mL = 1cm³) d'eau. Calculer la masse de **NaOH** nécessaire pour obtenir la solution à 0.10 mol.L⁻¹ .

Donnée: masse molaire M(**NaOH**) = 40 g.mol⁻¹

5) A partir de l'équation bilan de la réaction de dosage, et en utilisant la courbe de pH-métrie , déterminer, en mole par litre, la concentration de la solution de **HF** qui a été dosée par la solution de soude à 0.10 mol.L⁻¹ .

6) La constante d'acidité du couple acide-base **HF/F⁻** est: $K_a(\text{HF}/\text{F}^-) = 10^{-3.2} = 6.3 \cdot 10^{-4}$
Calculer la constante d'équilibre de l'équation de la réaction de dosage.

Donnée: produit ionique de l'eau $K_e = 10^{-14}$

7) Déterminer les quantités de matière restant de **HF** et **NaF** (ou Na⁺ , F⁻) lorsque le volume de soude ajouté est de V(NaOH) = 10 mL.

Sur la courbe de pH-métrie, lire la valeur du pH pour ce même volume et comparez-la avec le pKa.

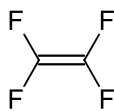
8) Voici une liste d'indicateurs colorés usuels, employés lors de dosages acidobasiques.

A l'aide de la courbe de pH-métrie, expliquer quel indicateur(s) vous semble utilisable pour déterminer l'équivalence.

Indicateur	pK _a	Zone de virage (pH)	Couleur forme acide	Couleur forme basique
Orange de méthyle	3.7	3.1- 4.4	rouge	jaune
Rouge de Phénol	7.9	6.8-8.4	jaune	rouge
Phenolphthaléine	9.3	8.3-10.0	incolore	rouge

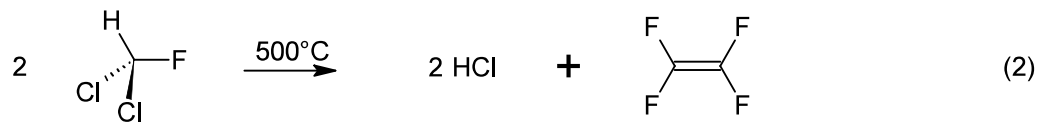
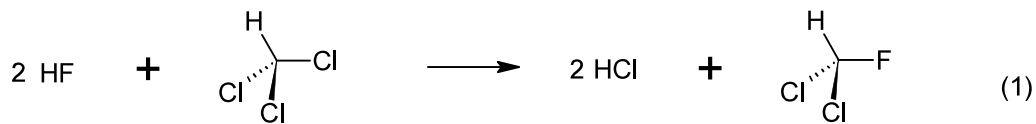
Composés organique fluorés: (approx. 6 points)

De nombreux composés organique fluorés sont employés dans l'industrie pour créer des polymères ou des médicaments.



Le tétrafluoroéthylène, $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$, est un fluorocarbure insaturé qui sert à la production du polytétrafluoroéthylène (PTFE), connu sous le nom de Teflon.

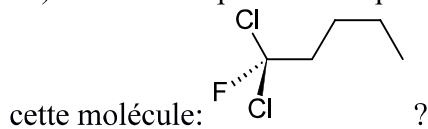
Le tétrafluoroéthylène est produit à partir de chloroforme, mis en réaction avec HF, selon un procédé en 2 étapes:



8) L'équation bilan (1) est-elle une addition, une substitution, ou une oxydation?

9) L'équation bilan (2) est-elle une addition, une substitution, ou une réaction d'élimination?

10) En vous inspirant de l'équation (1), quel composé organique peut permettre de produire



11) Equilibrer correctement cette équation bilan:

