



## PHYSIQUE

**DUREE : 1h00**  
**Coefficient 4**



La tour Eiffel est une tour de fer puddlé de 324 mètres de hauteur située à l'extrémité nord-ouest du parc du Champ-de-Mars en bordure de la Seine dans le 7<sup>ème</sup> arrondissement.

Elle a été construite en deux ans par Gustave Eiffel et ses collaborateurs pour l'Exposition universelle de Paris en 1889, célébrant ainsi le centenaire de la Révolution française. Depuis son ouverture au public, elle a accueilli plus de 300 millions de visiteurs.

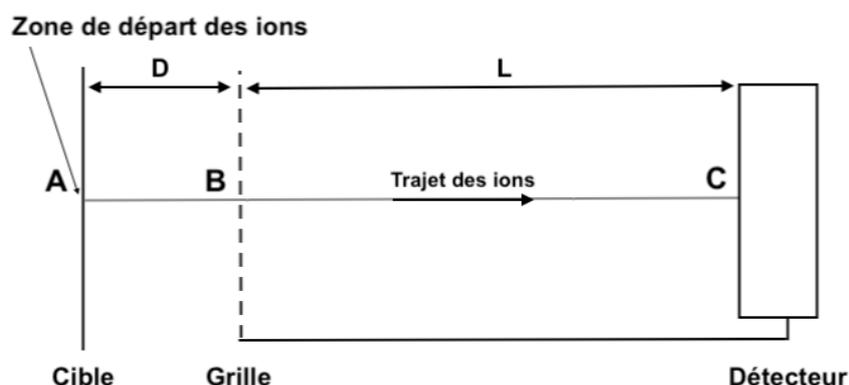
La tour Eiffel est restée le monument le plus élevé du monde pendant quarante ans. Le second niveau du troisième étage est la plus haute plateforme d'observation accessible au public de l'Union européenne et la deuxième plus haute d'Europe, derrière la tour Ostankino à Moscou. La hauteur de la tour a été plusieurs fois augmentée par l'installation de nombreuses antennes (réseau radiophonique, télévisé et mobile) et est utilisée pour de nombreuses expériences scientifiques.

Ce sujet traite d'expériences réalisées sur le sommet de la tour Eiffel (détection de particules pour évaluer la pollution, mesure de température), de la modélisation du phare, du filtrage de fréquences pour l'émission d'ondes et du lancement de projectiles lors de feux d'artifices.

### Exercice n°1 :

Afin d'analyser les molécules présentes dans l'atmosphère parisienne, un spectromètre de masse est installé au sommet de la tour Eiffel.

Après capture des molécules atmosphériques, un laser pulvérise ces molécules en de nombreux fragments ionisés que l'on notera ici  $M^{n+}$  ( $n$  représentant la charge du fragment). Ces fragments sont ensuite placés dans une enceinte sous vide, pour d'abord être accélérés avant d'arriver sur un détecteur suivant le schéma suivant :



## CONCOURS AVENIR – Samedi 30 avril 2022 – Epreuve de Sciences

Une tension  $U_{AB}$  est appliquée entre les plaques A et B afin d'accélérer les fragments. Les fragments partent avec une vitesse nulle en A.

Dans toute cette partie, le poids des fragments est négligeable.

Entre B et C on considère qu'aucune force ne s'exerce sur les fragments.

Aucun choc entre fragments n'a lieu entre A et C.

On étudie le mouvement des fragments entre A et C, dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

- Données :
- Longueur d'onde du laser :  $\lambda = 300 \text{ nm}$
  - Distance AB :  $D = 40 \text{ mm}$
  - Distance BC :  $L = 1200 \text{ mm}$
  - Tension appliquée entre A et B :  $U_{AB} = 20 \text{ kV}$
  - Charge d'un électron :  $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ SI}$
  - Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
  - La valeur du champ électrique régnant entre deux plaques conductrices en regard, soumises à une différence de potentiel  $U$  et distantes de  $d$ , s'exprime :  $E = \frac{U}{d}$

**1. La fréquence des ondes utilisée par le Laser est :**

- A.  $f = 1.10^{11} \text{ Hz}$
- B.  $f = 1.10^{12} \text{ Hz}$
- C.  $f = 1.10^{13} \text{ Hz}$
- D.  $f = 1.10^{15} \text{ Hz}$

**2. La charge d'un fragment  $M^+$  ionisé s'exprime en :**

- A. Volt
- B. Faraday
- C. Coulomb
- D. Electron-Volt

**3. La force appliquée entre A et B sur un fragment  $M^+$ , de masse  $m = 7 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  et pour lequel  $n=1$  est :**

- A.  $F = 8 \cdot 10^{-14} \text{ N}$
- B.  $F = 8 \cdot 10^{-17} \text{ N}$
- C.  $F = 8 \cdot 10^{-20} \text{ N}$
- D.  $F = 8 \cdot 10^{-11} \text{ N}$

**4. L'expression de la valeur de la vitesse en B d'un fragment  $M^+$ , de masse  $m$  et pour lequel  $n=1$  est :**

- A.  $v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m}}$
- B.  $v = \sqrt{\frac{eU_{AB}}{2m}}$
- C.  $v = \sqrt{\frac{2m}{eU_{AB}}}$
- D.  $v = \sqrt{\frac{2e}{mU_{AB}}}$

**5. Entre les points B et C, le mouvement des fragments dans le référentiel terrestre est :**

- A. parabolique et uniforme
- B. parabolique et accéléré
- C. rectiligne et uniforme
- D. rectiligne et accéléré

6. La durée de parcours entre les points A et C d'un fragment  $M^+$ , de masse  $m$  et pour lequel  $n=1$  est :

- A.  $\tau = D\sqrt{\frac{m}{eU}} + L\sqrt{\frac{m}{eU}}$   
 B.  $\tau = D\sqrt{\frac{2m}{eU}} + L\sqrt{\frac{m}{2eU}}$   
 C.  $\tau = L\sqrt{\frac{m}{2eU}}$   
 D.  $\tau = (L + D)\sqrt{\frac{m}{2eU}}$

7. Plusieurs fragments partent de A en même temps. Les fragments qui arrivent les premiers sur le détecteur sont :

- A. les plus massiques parmi ceux qui ont une même charge  
 B. les plus grands parmi ceux qui ont un même rapport  $\frac{\text{masse}}{\text{charge}}$   
 C. les plus petits parmi ceux qui ont un même rapport  $\frac{\text{masse}}{\text{charge}}$   
 D. les plus chargés parmi ceux qui ont une masse égale

**Exercice n°2 :**

A la tombée de la nuit, la tour Eiffel allume son phare, constitué de quatre projecteurs motorisés et synchronisés qui portent à 80 kilomètres. Chaque projecteur est surmonté d'un diaphragme circulaire suivi d'un système de deux lentilles.

On s'intéresse ici au système de deux lentilles montées sur un projecteur afin de produire un faisceau cylindrique intense.

On peut considérer que les rayons arrivent parallèles entre eux sur la première lentille et ressortent également parallèles entre eux de la deuxième lentille. Le faisceau sortant du système est moins large que celui entrant mais avec une intensité lumineuse plus grande.

Les vergences des lentilles sont  $C = 10 \text{ SI}$  et  $C_a = 0,1 \text{ SI}$ .

On rappelle que la distance focale est l'inverse de la vergence.

Ce système est construit comme une lunette astronomique.

8. Le système des deux lentilles est dit :

- A. divergent  
 B. focal  
 C. afocal  
 D. trifocal

9. La vergence est une grandeur physique exprimée en :

- A.  $m$   
 B.  $m^2$   
 C.  $m^{-1}$   
 D.  $m^{-2}$

10. Le grossissement  $G$  du système formé par les deux lentilles est :

- A.  $G = C_a \cdot C$   
 B.  $G = \frac{C_a}{C}$   
 C.  $G = C_a - C$   
 D.  $G = \frac{C}{C_a}$

**11. Afin d'obtenir un faisceau cylindrique plus intense et moins large à la sortie du système des deux lentilles, il faut que :**

- A. la première lentille soit celle de vergence  $C$
- B. la première lentille soit celle de vergence  $C_a$
- C. la deuxième lentille soit celle de vergence  $C_a$
- D. la deuxième lentille soit celle de distance focale la plus grande

**12. Le grossissement  $G$  de ce système optique est :**

- A.  $G = 100$
- B.  $G = 10$
- C.  $G = 1$
- D.  $G = 0,1$

Avant l'arrivée des rayons parallèles devant la première lentille, le faisceau lumineux passe à travers un diaphragme circulaire ; un phénomène de diffraction a alors lieu.

Données :

- Expression de l'écart angulaire lors de la diffraction d'une onde électromagnétique de longueur d'onde  $\lambda$  par un diaphragme circulaire de diamètre  $D$  :  $\theta = 1,22 \frac{\lambda}{D}$
- Diamètre du diaphragme :  $D = 60 \text{ cm}$

**13. A la sortie du diaphragme, l'écart angulaire du faisceau est de l'ordre de :**

- A.  $10^{-3} \text{ rad}$
- B.  $10^{-6} \text{ rad}$
- C.  $10^{-9} \text{ rad}$
- D.  $10^{-12} \text{ rad}$

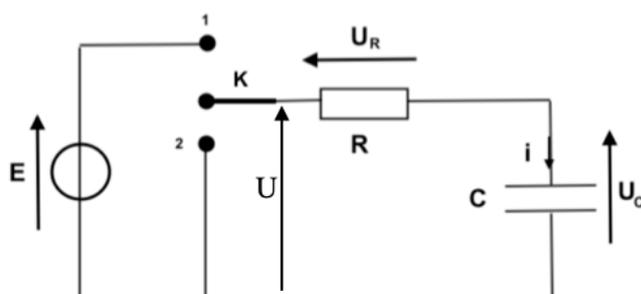
**14. Dans ce cas, la figure de diffraction qui serait obtenue sur un écran serait alors composée :**

- A. de taches carrées alignées
- B. de cercles concentriques
- C. d'une succession de franges rectangulaires équidistantes
- D. de franges rectangulaires placées aléatoirement

**Exercice n°3 :**

La tour Eiffel est aussi un émetteur d'ondes, notamment pour la télévision, la radio et les réseaux mobiles. Un circuit RC est un circuit qui permet de filtrer certaines fréquences d'un signal. C'est un système très utilisé en électronique.

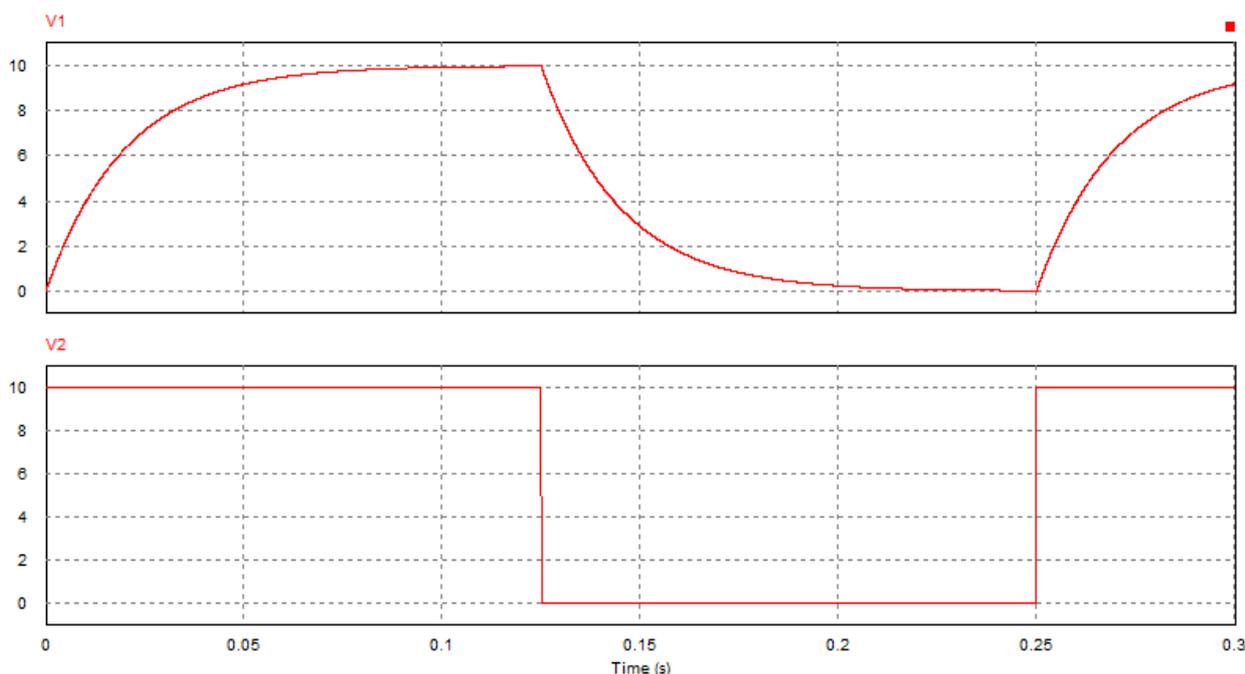
On étudie dans cet exercice le circuit suivant :



Données :

- Tension :  $E = 10 \text{ V}$
- Résistance :  $R = 1 \text{ k}\Omega$
- Constante de temps du circuit :  $\tau$

A  $t = 0$  s, l'interrupteur  $K$  est en position 1. Il bascule en position 2 à  $t = t_1$  et revient en position 1 à  $t_2$ . Le système d'acquisition mesure certaines tensions du circuit en fonction du temps. On obtient alors les graphiques suivants :



**15. L'acquisition permet de visualiser les tensions :**

- A. sur la voie 1 (v1) :  $U_C(t)$  ; sur la voie 2 (v2) :  $i(t)$
- B. sur la voie 1 (v1) :  $U_R(t)$  ; sur la voie 2 (v2) :  $U_C(t)$
- C. sur la voie 1 (v1) :  $U_C(t)$  ; sur la voie 2 (v2) :  $U(t)$
- D. sur la voie 1 (v1) :  $U(t)$  ; sur la voie 2 (v2) :  $U_C(t)$

**16. L'équation différentielle caractérisant l'évolution de la tension aux bornes du condensateur lorsque l'interrupteur est en position 1 est :**

- A.  $RC \frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = 0$
- B.  $RC \frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = E$
- C.  $\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_C(t) = 0$
- D.  $\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_C(t) = E$

**17. Selon une lecture graphique, la constante de temps caractéristique du circuit est d'environ :**

- A.  $\tau = 10$  ms
- B.  $\tau = 20$  ms
- C.  $\tau = 80$  ms
- D.  $\tau = 125$  ms

**18. De  $t = 0$  à  $t_1$ , l'évolution de la tension  $U_C(t)$  s'écrit :**

- A.  $U_C(t) = 10 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
- B.  $U_C(t) = 10 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- C.  $U_C(t) = 10 \cdot (1 + e^{-\frac{t}{\tau}})$
- D.  $U_C(t) = 10 - e^{-\frac{t}{\tau}}$

19. De  $t_1$  à  $t_2$ , l'évolution de la tension  $U_C(t)$  s'écrit :

- A.  $U_C(t) = 10. (1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})$
- B.  $U_C(t) = 10. e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}$
- C.  $U_C(t) = 10. (1 + e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})$
- D.  $U_C(t) = 10 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}$

20. L'énergie dissipée par la résistance pendant une durée  $\Delta t$  suffisamment petite pour pouvoir considérer  $U_R$  constante est :

- A.  $R. I^2$
- B.  $U_R. I$
- C.  $\frac{(U_R)^2}{R} . \Delta t$
- D.  $U_R. I. \Delta t$

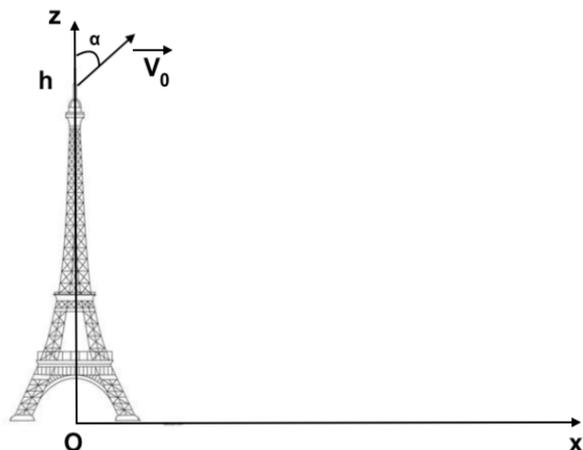
21. Le champ électrostatique régnant entre les plaques d'un condensateur plan chargé est :

- A. parallèle aux plaques
- B. perpendiculaire aux plaques
- C. nul
- D. indépendant de la distance entre les plaques

**Exercice n°4 :**

Le sommet de la tour Eiffel sert aussi au lancement de feux d'artifice, notamment lors du 14 juillet.

On s'intéresse ici à la trajectoire des projectiles lancés du haut de la tour Eiffel à une altitude  $h$  et avec une vitesse initiale  $\vec{V}_0$  comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



On utilisera le repère cartésien (Oxyz) considéré comme galiléen pour étudier la trajectoire d'un projectile.

Le projectile se déplace uniquement dans le plan (Oxz), voir schéma ci-dessus.

On négligera toutes interactions avec l'air.

Données :

- Masse du projectile :  $m = 200 \text{ g}$
- Intensité du champ de pesanteur terrestre :  $g = 10 \text{ SI}$
- Sommet de la tour Eiffel :  $h = 330 \text{ m}$
- Vitesse initiale du projectile :  $V_0 = 20 \text{ m. s}^{-1}$
- Angle de tir :  $\alpha = \frac{\pi}{4}$
- $\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$

**22. L'unité de l'intensité du champ de pesanteur terrestre est le :**

- A.  $N$
- B.  $kg.m.s^{-1}$
- C.  $kg.m.s^{-2}$
- D.  $m.s^{-2}$

**23. Les coordonnées de la position du projectile lors de sa chute sont :**

- A.  $x(t) = 10\sqrt{2}.t$  ;  $y(t) = 0$  ;  $z(t) = -5.t^2 + 10\sqrt{2}.t + 330$
- B.  $x(t) = 10\sqrt{2}.t$  ;  $y(t) = -5.t^2 + 10\sqrt{2}.t$  ;  $z(t) = 0$
- C.  $x(t) = 0$  ;  $y(t) = 10\sqrt{2}.t$  ;  $z(t) = 5.t^2 + 10\sqrt{2}.t + 330$
- D.  $x(t) = 10\sqrt{2}.t$  ;  $y(t) = 330$  ;  $z(t) = 5.t^2 + 10\sqrt{2}.t$

**24. Le sommet de la trajectoire du projectile se situe à une altitude  $z$  de :**

- A.  $330\text{ m}$
- B.  $340\text{ m}$
- C.  $360\text{ m}$
- D.  $420\text{ m}$

**25. L'énergie mécanique du projectile lors de sa chute est :**

- A.  $E_m = 700\text{ J}$
- B.  $E_m = 40\text{ J}$
- C.  $E_m = 40\text{ kJ}$
- D.  $E_m = 700\text{ kJ}$

**26. Afin de mieux modéliser la trajectoire, il faudrait prendre en compte une force de frottement fluide  $\vec{f}$ , colinéaire et opposée à la vitesse. A  $t = 0$ , les coordonnées de  $\vec{f}$  dans le repère (Oxyz) sont :**

- A.  $f_x = \frac{f\sqrt{2}}{2}$  ;  $f_y = \frac{f\sqrt{2}}{2}$  ;  $f_z = \frac{f\sqrt{2}}{2}$
- B.  $f_x = \frac{f\sqrt{2}}{2}$  ;  $f_y = 0$  ;  $f_z = -\frac{f\sqrt{2}}{2}$
- C.  $f_x = -\frac{f\sqrt{2}}{2}$  ;  $f_y = \frac{f\sqrt{2}}{2}$  ;  $f_z = \frac{f\sqrt{2}}{2}$
- D.  $f_x = -\frac{f\sqrt{2}}{2}$  ;  $f_y = 0$  ;  $f_z = -\frac{f\sqrt{2}}{2}$

La tour Eiffel sert également à recueillir la température de l'air à l'aide de capteurs. Un des capteurs détecte le flux thermique à travers une paroi et en déduit ainsi la température de l'air toutes les  $10\text{ ms}$ .

Données :

- Résistance thermique de la paroi :  $R_{Th} = 5.10^{-4}\text{ SI}$
- Expression de la résistance thermique :  $R_{Th} = \frac{e}{\lambda.S}$
- On note  $e$  l'épaisseur de la paroi,  $S$  sa surface et  $\lambda$  sa conductivité thermique

On étudie le cas où le capteur détecte un flux constant de  $1\text{ kW}$  sur une période de  $10\text{ ms}$ .

**27. La résistance thermique s'exprime en :**

- A.  $\Omega$
- B.  $W.m^{-1}$
- C.  $K.W^{-1}$
- D.  $W.m^{-1}kg^{-1}$

28. L'énergie échangée à travers la paroi pendant les 10 ms est de :

- A. 1 J
- B. 10 J
- C.  $10^2$  J
- D.  $10^3$  J

29. La différence de température détectée par le capteur entre les deux surfaces de la paroi est alors de :

- A. 5 °C
- B. 2 °C
- C. 0,5 °C
- D. 0,2 °C

30. En utilisant un autre matériau pour la paroi dont la conductivité est multipliée par 2, le flux détecté serait de :

- A. 20 kW
- B. 10 kW
- C. 5 kW
- D. 1 kW

**RAPPEL :** en plus de ces 30 questions de PHYSIQUE, vous pouvez également traiter jusqu'à 6 questions bonus parmi celles proposées à partir de la page 34 (à l'exception de celles de PHYSIQUE).

# STAGES PRÉPA CONCOURS AVENIR

## LA MEILLEURE PRÉPA AVENIR

- Intégration des meilleures écoles
- Une préparation progressive
- Petits groupes de préparation
- Support avec différents niveaux de difficulté

 [Préparation concours Avenir](#)



## STAGES PRÉPA CONCOURS AVENIR EN LIGNE

- Entraînement et préparation dans les conditions réelles
- Application mobile PrepApp gratuite
- Format où l'élève est au centre de l'attention en pédagogie différenciée

 [Stage en ligne prépa concours Avenir](#)

