



PHYSIQUE

DUREE : 1h00

Coefficient 4

CONCOURS AVENIR – Sujet d'entraînement 2021



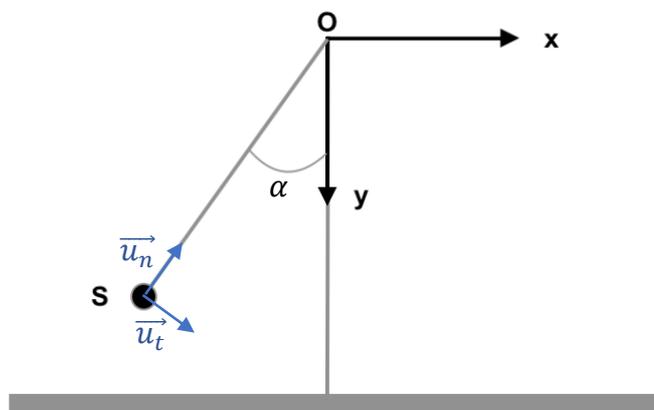
Peter Parker, alias Spider-Man est un super-héros évoluant dans l'univers Marvel de la maison d'édition Marvel Comics. Créé par le scénariste Stan Lee et le dessinateur Steve Ditko, ce personnage de fiction apparaît pour la première fois dans le [comic book *Amazing Fantasy*](#) (vol. 1) en août [1962](#).

La morsure d'une araignée radioactive déclencha dans le corps de Peter Parker des mutations, lui conférant des super-pouvoirs. Spider-Man a la capacité de s'accrocher aux murs, une force surhumaine, un sixième sens (« sens d'araignée ») qui l'alerte au danger, un équilibre parfait, ainsi qu'une vitesse et une agilité surhumaine.

Ce sujet traite de différents aspects et conséquences des super-pouvoirs de Spider-Man.

Exercice n°1 :

Spider-Man, en projetant de sa main un mince fil d'araignée sur un édifice, peut se déplacer dans l'air en se balançant comme un pendule d'édifice en édifice.



A l'instant initial, $t = 0 \text{ s}$, Spider-Man (S) est positionné tel que cela est représenté sur la figure ci-dessus. Il n'est soumis qu'à son poids \vec{P} et à la tension du fil \vec{T} .

On néglige toutes interactions avec l'air.

Spider-Man, dans le référentiel terrestre, effectue un mouvement pendulaire jusqu'à passer à la verticale de O puis, pour feinter un adversaire qui le suivait, il effectue grâce à ces super-pouvoirs, un tour complet autour de O à vitesse constante. Ainsi, il se retrouve de nouveau à la verticale de O mais derrière son ennemi. Durant tout son mouvement la distance entre Spider-Man et O correspond à la longueur du fil d'araignée.

Sur le schéma, $(S, \vec{u}_n, \vec{u}_t)$ représente le repère de Frenet.

Données : - Masse de Spider-Man : $m = 80 \text{ kg}$

CONCOURS AVENIR – Sujet d'entraînement 2021

- Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Longueur du fil d'araignée, distance SO : $l = 4,9 \text{ m}$
- L'angle initial : $\alpha = \frac{\pi}{3}$
- Spider-Man sera considéré comme ponctuel

1. A l'instant initial, les coordonnées de la position de Spider-Man dans le repère (Oxy) sont :

- a. $x_0 = -l \sin \alpha ; y_0 = l \cos \alpha$
- b. $x_0 = -l \cos \alpha ; y_0 = -l \sin \alpha$
- c. $x_0 = l \sin \alpha ; y_0 = l \cos \alpha$
- d. $x_0 = l \cos \alpha ; y_0 = l \sin \alpha$

2. A l'instant initial, les coordonnées du poids \vec{P} de Spider-Man dans le repère (Oxy), sont :

- a. $P_x = 0 ; P_y = mg$
- b. $P_x = mg ; P_y = 0$
- c. $P_x = 0 ; P_y = -mg$
- d. $P_x = -mg ; P_y = 0$

3. A l'instant initial, les coordonnées de la tension du fil \vec{T} de Spider-Man dans le repère (O,x,y), sont:

- a. $T_x = -T \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) ; T_y = -T \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$
- b. $T_x = T \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) ; T_y = -T \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$
- c. $T_x = -T \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) ; T_y = -T \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$
- d. $T_x = -T \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) ; T_y = -T \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$

4. Entre le moment initial et le moment où Spider-Man passe à la verticale de O, le travail de son poids est :

- a. $W(\vec{P}) = mgl$
- b. $W(\vec{P}) = mgl \cos \alpha$
- c. $W(\vec{P}) = mgl (1 + \cos \alpha)$
- d. $W(\vec{P}) = mgl (1 - \cos \alpha)$

5. A chaque instant, la vitesse de Spider-Man est :

- a. Centripète
- b. Normale à la trajectoire
- c. Tangente à la trajectoire
- d. Centrifuge

Lorsque Spider-Man effectue un tour complet, son accélération a pour expression à tout instant dans le repère de Frenet : $\vec{a} = a \cdot \vec{u}_n$ avec $a = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

6. Le mouvement de Spider-Man, dans le référentiel terrestre, lorsqu'il effectue son tour complet, est alors :

- a. Circulaire varié
- b. Circulaire accéléré
- c. Circulaire ralenti
- d. Circulaire uniforme

7. La valeur de la vitesse de Spider-Man dans ce cas vaut :

- a. $v = 49 \text{ m.s}^{-1}$
- b. $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$
- c. $v = 7 \text{ m.s}^{-1}$
- d. $v = 5 \text{ m.s}^{-1}$

8. Spider-Man, pour faire un tour complet, met une durée de :

- a. $T = 18 \text{ s}$
- b. $T = 9 \text{ s}$
- c. $T = 4,4 \text{ s}$
- d. $T = 2,3 \text{ s}$

Exercice n°2 :

Spider-Man peut s'accrocher à une surface par n'importe quelle partie de son corps, lui permettant ainsi d'escalader murs, plafonds et autres parois sans aucun effort, à la façon d'une araignée. Il a aussi une hypersensibilité concernant les transferts de chaleur.

- Données :
- Résistance thermique de la peau de la main de Spider-Man : $R_{Th} = 3.10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$
 - Capacité thermique de Spider-Man : $C_p = 4 \text{ kJ.kg}^{-1}.K^{-1}$
 - Température de Spider-Man : $T_S = 36 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Température de l'air et du mur : $T_M = 30 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Masse de Spider-Man : $m = 80 \text{ kg}$
 - Surface de la main de Spider-Man : $S = 50 \text{ cm}^2$
 - Épaisseur de la peau de la main de Spider-Man : $e = 1 \text{ mm}$
 - Si le milieu dans lequel se propage une onde sonore n'a pas d'influence sur l'atténuation de celle-ci alors l'intensité sonore d'un son produit par une source, dans une direction, est inversement proportionnelle au carré de la distance à la source.

La main droite de Spider-Man est posée sur un mur.

9. Le transfert de chaleur entre la peau de la main de Spider-Man et le mur s'effectue majoritairement par :

- a. Convection
- b. Conduction
- c. Rayonnement électromagnétique
- d. Rayonnement thermique

10. La valeur du flux thermique, à travers la peau de la main de Spider-Man, lors du contact entre la main et le mur, est :

- a. $\phi = 2 \text{ W}$
- b. $\phi = 0,5 \text{ W}$
- c. $\phi = 200 \text{ W}$
- d. $\phi = 500 \text{ W}$

11. L'expression de la conductivité thermique de la peau de la main de Spider-Man, qui s'exprime en $\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$, est :

- a. $\lambda = \frac{S}{R_{Th}.e}$
- b. $\lambda = \frac{R_{Th}}{e.S}$
- c. $\lambda = \frac{e}{R_{Th}.S}$
- d. $\lambda = \frac{R_{Th}.S}{e}$

12. Si la température de Spider-Man passe de 36° à 30° , alors sa variation d'énergie interne vaut :

- a. $\Delta U = 1,92 \text{ kJ}$
- b. $\Delta U = -24 \text{ kJ}$
- c. $\Delta U = 320 \text{ kJ}$
- d. $\Delta U = -1,92 \text{ MJ}$

13. Lors du refroidissement de Spider-Man, sa température vérifie l'équation différentielle suivante : $\frac{dT(t)}{dt} + \frac{T(t)}{k} = \frac{T_{ext}}{k}$ avec k une constante positive. L'unité de k est :

- a. $s \cdot K^{-1}$
- b. K
- c. W
- d. s

14. La main exerce sur le mur une pression $P = 1 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, la valeur de la force pressante qu'exerce la main sur le mur est donc :

- a. $F = 2 \cdot 10^6 \text{ N}$
- b. $F = 5 \cdot 10^4 \text{ N}$
- c. $F = 5 \cdot 10^3 \text{ N}$
- d. $F = 2 \cdot 10^8 \text{ N}$

Exercice n°3 :

Spider-Man possède un « sens d'araignée », sorte de don de précognition l'avertissant de tout danger proche, ce qui lui donne une longueur d'avance pour réagir ou esquiver une attaque. Dans certains cas, il lui permet d'anticiper les coups, lui indiquant d'où vient le danger et ainsi de renforcer son style de combat.

On traduit cela comme une perception très développée des ondes sonores.

Donnée : Seuil d'audibilité de Spider-Man : $I_0 = 10^{-14} \text{ USI}$

15. Une onde sonore est une onde :

- a. Qui peut se propager dans le vide.
- b. Électromagnétique transversale
- c. Mécanique longitudinale
- d. Électromagnétique longitudinale

16. L'intensité sonore s'exprime en :

- a. $W \cdot m^2$
- b. $W \cdot m^3$
- c. $W \cdot m^{-2}$
- d. $W \cdot m^{-3}$

17. Pour Spider-Man, le niveau d'intensité sonore d'un son d'intensité $I = 10^{-12} \text{ USI}$ (seuil d'audibilité pour un humain) vaut :

- a. $L = 1 \text{ dB}$
- b. $L = 10 \text{ dB}$
- c. $L = 20 \text{ dB}$
- d. $L = 100 \text{ dB}$

18. Spider-Man est aussi capable de percevoir des ondes qui interfèrent. Celles-ci sont forcément :

- D'intensités différentes.
- De longueurs d'onde différentes.
- De fréquences différentes.
- Cohérentes.

19. Les phénomènes de diffraction et d'interférence sont des phénomènes caractéristiques :

- Uniquement des ondes sonores
- Uniquement des ondes électromagnétiques
- Des ondes électromagnétiques et des ondes sonores
- Uniquement des ondes qui ne peuvent pas se propager dans le vide

20. Spider-Man est capable de percevoir des ondes sonores de fréquence de 100 kHz. Cela correspond à une longueur d'onde :

- $\lambda = 300 \text{ m}$
- $\lambda = 3,4 \text{ mm}$
- $\lambda = 0,3 \text{ m}$
- $\lambda = 3,4 \text{ mm}$

21. Un danger immobile émet, dans toutes les directions, un son qui a une intensité sonore à 1m du danger égale à $I_1 = 10^{-10} \text{ USI}$. En supposant que le milieu de propagation des ondes n'a pas d'influence sur leur atténuation, Spider-Man ne pourrait pas entendre ce son si sa distance au danger était de :

- 10 m
- 50 m
- 90 m
- 130 m

Exercice n°4 :

L'intégralité des capacités de Spider-Man, qu'il s'agisse de sa force, son endurance, sa résistance, ses réflexes ou ses capacités de régénération, sont supérieures à celles d'un humain ordinaire, techniquement égales à celle d'une araignée qui aurait sa taille. Il a également la capacité d'accumuler des charges électriques et de générer un champ électrostatique.

Les mains de Spider-Man, mises en regard l'une de l'autre, seront ici considérées comme un condensateur plan, constitué de plaques modélisées par ses mains, d'une surface $S = 50 \text{ cm}^2$ et distantes de $e = 20 \text{ cm}$.

Données : - Permittivité de l'air : $\epsilon = 10^{-11} \text{ F.m}^{-1}$
 - Formule permettant de calculer la capacité C d'un condensateur plan dont les plaques de surface S sont séparées par de l'air d'une distance d : $C = \epsilon \cdot \frac{S}{e}$

22. Un champ électrostatique en un point M, créé par une charge q située en O, a pour expression :

- $\vec{E}(M) = k \cdot \frac{q}{\|\vec{OM}\|} \cdot \vec{u}$ avec $\vec{u} = \frac{\vec{OM}}{\|\vec{OM}\|}$ avec k une constante positive
- $\vec{E}(M) = -k \cdot \frac{q}{\|\vec{OM}\|} \cdot \vec{u}$ avec $\vec{u} = \frac{\vec{OM}}{\|\vec{OM}\|}$ avec k une constante positive
- $\vec{E}(M) = k \cdot \frac{q}{\|\vec{OM}\|^2} \cdot \vec{u}$ avec $\vec{u} = \frac{\vec{OM}}{\|\vec{OM}\|}$ avec k une constante positive
- $\vec{E}(M) = -k \cdot \frac{q}{\|\vec{OM}\|^2} \cdot \vec{u}$ avec $\vec{u} = \frac{\vec{OM}}{\|\vec{OM}\|}$ avec k une constante positive

23. Le champ électrostatique qui règne entre les deux plaques d'un condensateur plan est :

- Constant et orienté de la plaque chargée négativement vers celle chargée positivement
- Constant et orienté de la plaque chargée positivement vers celle chargée négativement
- Décroissant et orienté de la plaque chargée négativement vers celle chargée positivement
- Décroissant et orienté de la plaque chargée positivement vers celle chargée négativement

24. La valeur du champ électrostatique entre les mains de Spider-Man, lorsque la tension entre celles-ci est $U_c = 10 \text{ V}$, vaut :

- $E = 50 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$
- $E = 20 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$
- $E = 10 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$
- $E = 0,5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

25. La capacité du condensateur constitué par ses mains vaut :

- $C = 2,5 \cdot 10^{-11} \text{ F}$
- $C = 2,5 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
- $C = 2,5 \cdot 10^{-13} \text{ F}$
- $C = 2,5 \cdot 10^{-14} \text{ F}$

Le condensateur constitué par les mains de Spider-Man se charge grâce aux charges présentes dans l'atmosphère. Une fois que la tension entre ses mains a atteint une valeur seuil U_s , le condensateur se décharge dans le corps de Spider-Man, modélisé par une résistance R . Ainsi, il augmente son énergie.

Lors de la décharge, la tension $U_c(t)$ aux bornes des mains de Spider-Man vérifie l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dU_c(t)}{dt} + \frac{U_c(t)}{\tau} = 0 \quad \text{avec } \tau \text{ la constante de temps}$$

26. L'expression de la tension aux bornes des mains de Spider-Man en fonction du temps est :

- $U_c(t) = U_s \cdot e^{\frac{t}{\tau}}$
- $U_c(t) = U_s \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- $U_c(t) = U_s \cdot (1 - e^{\frac{t}{\tau}})$
- $U_c(t) = U_s \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

27. Avec une constante de temps τ de 1 ns , la résistance R de Spider-Man vaut :

- $R = 4 \text{ k}\Omega$
- $R = 40 \text{ k}\Omega$
- $R = 400 \Omega$
- $R = 40 \Omega$

Exercice n°5 :

Une des dernières capacités de Spider-Man, évoquées ici, est sa vision qui lui permet, grâce à son masque qui est constitué d'une lentille, de pouvoir observer des objets lointains. Le système {œil de Spider-Man et masque} fonctionne comme une lunette astronomique.

- Données :
- distance focal de la lentille du masque : $f_1' = 3 \text{ cm}$
 - distance focale de l'œil de Spider-Man : $f_2' = 0,15 \text{ cm}$

28. Une lunette astronomique est constituée :

- a. D'une lentille convergente et d'une lentille divergente
- b. De deux lentilles convergentes
- c. De deux lentilles divergentes
- d. D'un prisme et d'une lentille convergente

29. Une lunette astronomique est un système :

- a. Focal
- b. Double focal
- c. Afocale
- d. Bifocale

30. Le grossissement du système {œil de Spider-Man et masque} vaut :

- a. $G = 20$
- b. $G = 2000$
- c. $G = 0,05$
- d. $G = 2$

**QUESTIONS BONUS ASSOCIEES A L'EPREUVE DE
PHYSIQUE**

**NUMÉRIQUE
ET SCIENCES INFORMATIQUES**

1. Parmi les propositions suivantes, laquelle ne désigne pas un système de gestion de bases de données ?

- a. Oracle
- b. MySQL
- c. SQLite
- d. PHP

2. Quel équipement permet de transférer des paquets entre des réseaux en traitant les informations de routage incluses dans le paquet ?

- a. Switch
- b. Routeur
- c. Firewall
- d. Modem

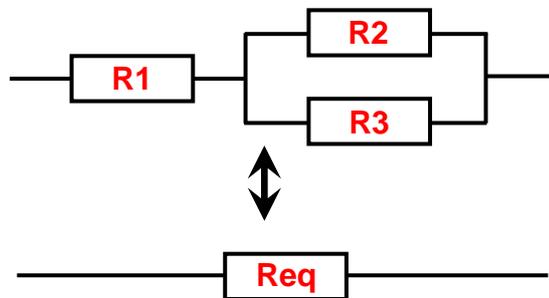
3. Quel mot clé de Python permet d'écrire une méthode sans son code ?

- a. None
- b. pass
- c. switch
- d. unload

SCIENCES DE L'INGENIEUR

1. Dans l'adresse IP 141.117.16.200 utilisée avec le masque de sous-réseau 255.0.0.0, l'ID de réseau (la première partie de l'adresse IP) est :
 - a. 255
 - b. 0
 - c. 141
 - d. 114
2. Comparer le nombre décimal 63 et le nombre hexadécimal 1E.
 - a. $63_{(10)} = 1E_{(16)}$
 - b. $63_{(10)} \neq 1E_{(16)}$
 - c. $63_{(10)} < 1E_{(16)}$
 - d. $63_{(10)} > 1E_{(16)}$
3. Si $R1 = R2 = R3 = 4\text{ k}\Omega$, la résistance Req a pour valeur :

- a. 2 k Ω
- b. 9 k Ω
- c. 6 k Ω
- d. 4 k Ω



SCIENCES ET VIE DE LA TERRE

1. Qu'est-ce qu'un gamète ?
 - a. Une cellule issue de la fécondation.
 - b. Une cellule reproductrice.
 - c. Une cellule germinale
 - d. Une cellule somatique
2. Quelle structure fixe le muscle au squelette ?
 - a. Le ligament.
 - b. Le tendon.
 - c. Le cartilage.
 - d. La synovie.
3. Quel calcul permet de trouver le coefficient directeur d'une droite ?
 - a. $(x_A - y_A) / (x_B - y_B)$.
 - b. $(x_A - x_B) / (y_A - y_B)$.
 - c. $(y_B - y_A) / (x_B - x_A)$.
 - d. $(y_B - x_A) / (x_B - y_A)$.

---FIN---

Ce sujet est la propriété intellectuelle exclusive du Concours Avenir. Il ne doit en aucun cas être emporté par les candidats à la fin de l'épreuve. Il doit être rendu à l'équipe surveillante en même temps que sa grille réponse associée.