



Coloriez (pas de croix) les cases choisies en utilisant impérativement un stylo noir.

ABD-ALLAH AMINI ABDIM copie n° 1

Les questions faisant apparaître le symbole ♣ peuvent présenter zéro, une ou plusieurs bonnes réponses. Les autres ont une unique bonne réponse. Des points négatifs pourront être affectés aux mauvaises réponses. Arrondir vos résultats à l'unité lorsque la grille proposée ne fournit pas de virgule.

Exercice n°1 AAp10 On utilise un pendule de torsion pour déterminer le moment d'inertie J d'un objet. La relation qui donne la période T des oscillations en fonction de la constante de torsion C du fil et du moment d'inertie J est :

T = 2π√(J/C) avec T en s, C en N.m.rad⁻¹ et J en kg.m²

La constante de torsion du fil utilisé est donnée :

C = 1,90 ± 0,04 N.m.rad⁻¹ (68%)

La mesure de la période T des oscillations donne 2,7 s avec une incertitude relative de 3 % pour un intervalle de confiance de 68%.

1. Donner la valeur de l'incertitude-type relative u(J)/J sur J en % :

Grid for question 1.1: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 , 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2. Donner la valeur de l'incertitude-type u(J) en g.m².

Grid for question 1.2: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Exercice n°2 AAp11 Un objet M se déplace dans un plan. Toutes les valeurs sont données en unités S.I. À la date t = 0, la position de l'objet, repérée dans un repère cartésien, est x0 = 4,2 m et y0 = 0. La vitesse de l'objet, exprimée dans la base polaire, est à chaque instant v = 20 uρ + 40 uθ.

1. Cocher les bonnes réponses :

- La vitesse est constante.
Le vecteur vitesse n'est pas un vecteur constant quelle que soit la base.
L'origine de la base polaire (M, uρ, uθ) est en mouvement mais les vecteurs de ce repère sont des vecteurs constants.
Le vecteur vitesse est un vecteur constant dans la base cartésienne.
La vitesse n'est pas constante.
Le vecteur vitesse est un vecteur constant dans la base polaire.

2. En vous basant sur les formules générales du vecteur vitesse en coordonnées polaires, déterminer les expressions temporelles des coordonnées polaires de M qui sont de la forme ρM = a.t + b et θM = c.ln(a.t + b) + d.

2.1. Que vaut a ?

Grid for question 2.1: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 + , - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2.2. Que vaut b ?

Grid for question 2.2: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 + , - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2.3. Que vaut c ?

Grid for question 2.3: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 + , - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2.4. Que vaut d ?

Grid for question 2.4: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 + , - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Exercice n°3 AAp10 Paul mesure le déplacement d'un mobile avec une incertitude-type de 0,5 millimètre. Il trouve : 142 mm. Comment peut-il écrire le résultat de cette mesure ?

- d = (142, 5 ± 0, 5)mm
d = (142, 0 ± 0, 5)mm
d = (142 ± 0, 5)mm
d = (142 ± 1)mm

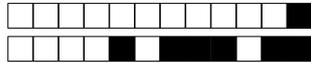
Exercice n°4 AAp11 Le travail d'une force constante F est défini comme le produit scalaire F . AB du vecteur force par le vecteur déplacement de son point d'application.

1. Un bateau est tracté sur une section rectiligne d'un canal par une force de valeur F = 1510 N et selon un angle α constant entre le câble de traction et le déplacement du bateau. Le travail de F vaut 159,7 kJ pour un déplacement de 110 m. Calculer la valeur de α, exprimée en degrés entre 0 et 90°.

Grid for question 4.1: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2. Calculer le travail d'une force T = -40 ux + 70 uy pour un déplacement AB du point A(5; -2) au point B(20; 0). Toutes les valeurs sont en uSI.

Grid for question 4.2: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 + , - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



**Exercice n°5 AAp10** ♣ Sélectionner la (les) réponse(s) exacte(s) :

- Dans le nombre 100,000 il y a 3 chiffres significatifs.
- Dans le nombre 2,002 il y a 2 chiffres significatifs.
- Dans le nombre  $0,2050 \times 10^{-4}$  il y a 4 chiffres significatifs.
- Dans le nombre  $0,04 \times 10^{-4}$  il y a 1 chiffre significatif.
- Dans le nombre 0,0045 il y a 2 chiffres significatifs.
- Dans le nombre  $2,4 \times 10^3$  il y a 3 chiffres significatifs.

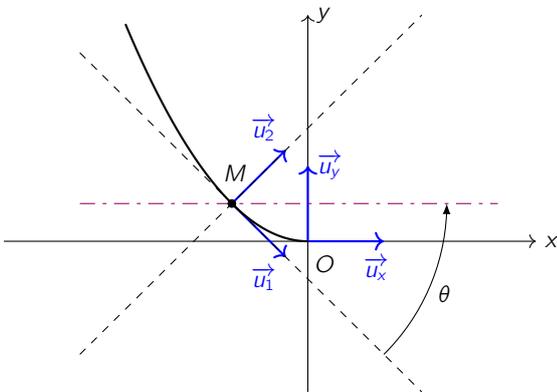
**Exercice n°6 AAp10** Une incertitude-type associée à un résultat signifie que le mesurage a été mal fait.

- Non
- Oui

**Exercice n°7 AAp10** Une valeur peut être corrigée en retranchant ou en ajoutant l'incertitude-type de mesure.

- Non
- Oui

**Exercice n°8 AAp11** On s'intéresse au mouvement d'un objet (assimilé à un point matériel) descendant sur un support à profil parabolique d'équation cartésienne  $y = a \cdot x^2$ . Les équations horaires, en unité S.I., du mouvement de cet objet sont  $x = 2 \cdot t$  et  $y = 0,74 \cdot t^2$  en prenant l'origine des dates au bas de la parabole ; on s'intéresse au mouvement pour  $t < 0$ . Cet objet est soumis à son poids, à la réaction normale du support et à une force de frottement  $\vec{f} = -5 \vec{v}$  en unité S.I. Toutes les valeurs demandées sont en unité S.I. On s'intéresse aux caractéristiques de quelques vecteurs à la date  $t = -1$ s. Le vecteur unitaire  $\vec{u}_1$  est tangent à la courbe et  $\vec{u}_2$  est perpendiculaire à  $\vec{u}_1$  comme indiqué sur le schéma.



1. Quelle est la valeur de la norme de la vitesse à la date  $t = -1$  s ?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2. Que vaut, à la date  $t = -1$  s, l'angle  $\theta$  entre le vecteur vitesse et l'axe des abscisses ? On donnera la valeur en degrés comprise dans l'intervalle  $[0, 180]$ .

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3. Quelles sont les coordonnées, à la date  $t = -1$  s, de la force de frottement  $\vec{f}$  dans la base  $(\vec{u}_1, \vec{u}_2)$  ?

3.1. Sur  $\vec{u}_1$  ?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
+									
-									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3.2. Sur  $\vec{u}_2$  ?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Exercice n°9 AAp10** J'ai une distance de  $L=10,05$  mm avec une incertitude-type élargie (d'un facteur  $K=2$ ) de  $\pm 0,42$  mm et une distance de  $h=20,12$  mm avec une incertitude-type élargie (de même facteur) de  $\pm 0,42$  mm, que vaut l'incertitude-type élargie (en  $mm^2$ ) sur la surface  $S=L \cdot h$  quand on applique la formule de propagation des incertitudes ?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Exercice n°10 AAp10** Un médecin relève la température corporelle (en °C) de son patient 4 fois de suite. Il obtient les valeurs suivantes :

$\theta_1 : 38,7$  °C ;  $\theta_2 : 38,7$  °C ;  $\theta_3 : 38,1$  °C ;  $\theta_4 : 38,8$  °C ;

1. Calculer la température moyenne  $\theta_m$ .

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2. Calculer l'écart-type expérimental  $s_\theta$  sur la température.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3. Calculer l'incertitude-type élargie  $U(\theta)$  sur la température pour un taux de confiance de 99%.

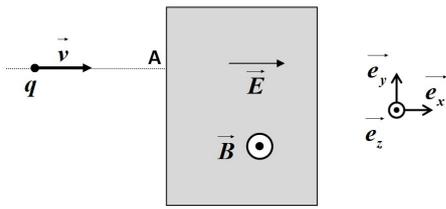
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

4. Calculer l'incertitude-type élargie relative  $\frac{U(\theta)}{\theta}$  (en %) sur la température.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



**Exercice n°11 AAp11**



Une particule de masse négligeable et de charge  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  suit un mouvement rectiligne uniforme à la vitesse  $\vec{v} = V\vec{e}_x$  avec  $V = 7 \cdot 10^6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  jusqu'au point A où elle entre dans une zone dans laquelle se trouve :

- un champ électrique uniforme  $\vec{E} = E\vec{e}_x$  avec  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ V/m}$
- un champ magnétique uniforme  $\vec{B} = B\vec{e}_z$  avec  $B = 20 \text{ mT}$

A partir du point A, la particule est soumise à une force  $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$

1. La force  $\vec{F}$  (exprimée en Newton) peut s'écrire sous la forme :  $\vec{F} = 10^{-15} (F_x\vec{e}_x + F_y\vec{e}_y + F_z\vec{e}_z)$ .

Donnez les valeurs numériques des coefficients  $F_x$ ,  $F_y$  et  $F_z$  :

1.1. Valeur de  $F_x$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1.2. Valeur de  $F_y$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

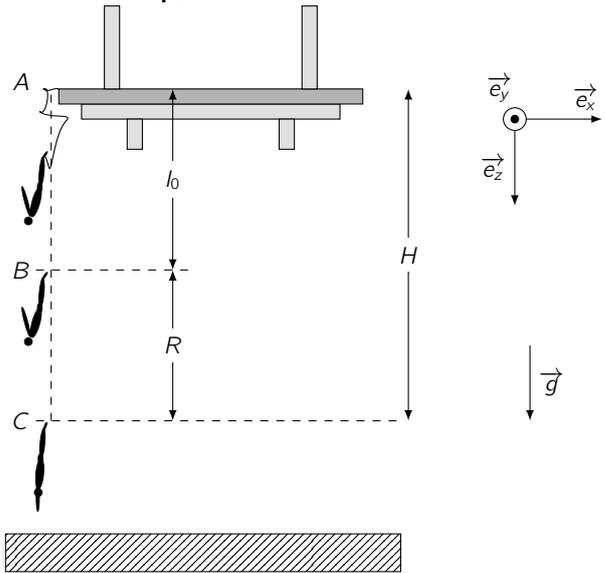
1.3. Valeur de  $F_z$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2. Donnez la valeur de la norme de la force F en  $fN = 10^{-15}N$  (femto newton) :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Exercice n°12 AAp11**



Un sauteur à l'élastique, modélisé par un point matériel M, de masse  $m = 71 \text{ kg}$ , tombe depuis un pont (au point A) avec un élastique accroché aux pieds. Il quitte donc le point A à l'instant  $t = 0$  avec une vitesse nulle. Un repère galiléen  $(A, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$  est lié au pont. L'accélération de la pesanteur est donnée par  $\vec{g} = g\vec{e}_z$  avec  $g = 9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . On néglige tous les frottements. Pendant la première partie de la chute (jusqu'au point B,  $z \leq l_0$ ), l'élastique n'est d'aucune utilité et le sauteur est donc en chute libre.

A partir du point B ( $z \geq l_0$ ), l'action de l'élastique est modélisable par un ressort, de masse négligeable, de longueur à vide  $l_0 = 10 \text{ m}$  et de raideur  $k = 134 \text{ uSI}$  :  $\vec{T} = k(l_0 - z)\vec{e}_z$ . L'énergie potentielle élastique emmagasinée dans le ressort est égale à  $E_{pe} = \frac{1}{2}k(z - l_0)^2$ . Le point C est le point le plus bas du saut. Les résultats numériques seront donnés dans les unités du système international.

1. Quelle est la dimension de k ?

M	⇒	+	-	0	1	2	3	4
L	⇒	+	-	0	1	2	3	4
T	⇒	+	-	0	1	2	3	4
I	⇒	+	-	0	1	2	3	4
θ	⇒	+	-	0	1	2	3	4

2. Donnez les valeurs des composantes  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  du poids  $\vec{P} = P_x\vec{e}_x + P_y\vec{e}_y + P_z\vec{e}_z$  :

2.1. Valeur de  $P_x$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.2. Valeur de  $P_y$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.3. Valeur de  $P_z$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



Entre les points A et B, la position  $z$  du sauteur vérifie l'équation différentielle :  $\frac{d^2z}{dt^2} = g$ .

3. Donnez la valeur de la vitesse du sauteur au point B :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

4. Convertir la vitesse précédente en miles per hour sachant que  $1 \text{ mile} = 1,609 \text{ km}$  :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

5. Donnez l'instant auquel le sauteur passe pour la première fois au point B :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
,									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

6. Entre les points B et C, la position  $z$  du sauteur vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{d^2z}{dt^2} + A \frac{dz}{dt} + Bz = C.$$

En appliquant le principe fondamental de la dynamique, donnez les valeurs des coefficients  $A$ ,  $B$  et  $C$  en uSI :

6.1. Valeur de  $A$  :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

6.2. Valeur de  $B$  :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
,										
+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

6.3. Valeur de  $C$  :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
,										
+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

7. En appliquant la conservation de l'énergie mécanique entre A et C, donnez la valeur de la hauteur totale de chute  $H$  :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

8. On rappelle que l'énergie potentielle emmagasinée dans l'élastique s'écrit

$$E_{pe} = \frac{1}{2}kX^2 \text{ (avec } X = z - l_0)$$

L'incertitude-type relative sur  $k$  vaut 1%.

Pour  $X = 5,00 \pm 0,06 \text{ m}$ , déterminer l'incertitude-type absolue sur  $E_{pe}$  en Joule :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**FIN du SUJET**