Questions de colle
Semaine du 15 septembre

Jeremy Luccioni

1 Grandeurs physiques (P0)

1.1 Questions de cours

Question 1 : Définir une grandeur physique et expliquer la notation scientifique.

Réponse : Une grandeur physique est une propriété d'un phénomène ou d'une substance mesurable expérimentalement.

La valeur d'une grandeur s'exprime comme le produit d'un nombre par une unité. L'unité est une grandeur de référence ayant la même dimension que la grandeur mesurée.

La notation scientifique s'écrit : $a10^n$ avec $a[1;10[$ et $n\mathbb{Z}$

Question 2 : Définir la dimension d'une grandeur et donner les règles d'homogénéité.

Réponse : La dimension d'une grandeur s'exprime en fonction des dimensions des grandeurs de base sous forme d'un produit dimensionnel :

$$\dim(\text{grandeur}) = M^\alpha L^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$$

Règles d'homogénéité : On ne peut ajouter, soustraire ou comparer que des grandeurs de même dimension. Une équation doit être homogène. Les arguments des fonctions mathématiques sont sans dimension.

Question 3 : Énoncer les règles de calcul avec les chiffres significatifs.

Réponse : Les chiffres significatifs sont les chiffres qui apportent une information sur la précision d'une valeur.

Règles de calcul :

— **Addition/soustraction :** Le résultat a autant de décimales que la grandeur qui en a le moins

— **Multiplication/division :** Le résultat a autant de chiffres significatifs que la grandeur qui en a le moins

— **Fonctions usuelles :** Le résultat a le même nombre de chiffres significatifs que l'argument

2 Cinématique du point (P1)

2.1 Questions de cours

Question 4 : Définir un référentiel.

Réponse : Un référentiel est constitué d'un repère d'espace (origine et base de vecteurs) et d'une horloge pour mesurer le temps. Le choix du référentiel dépend du problème étudié. Le mouvement est relatif au référentiel choisi.

Question 5 : Citer une situation où la description classique de l'espace ou du temps est prise en défaut.

Réponse : Les muons cosmiques créés dans la haute atmosphère (20 km d'altitude) ont une durée de vie propre de 2,2 s, insuffisante pour leur permettre d'atteindre le sol selon la mécanique classique. Pourtant ils sont détectés au niveau du sol.

Cette contradiction s'explique par la dilatation des durées de la relativité restreinte : $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ avec $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$.

Question 6 : Définir les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.
Réponse : Coordonnées cartésiennes : (x, y, z)
— Base : $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ (base fixe)
— Position : $\vec{OM} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y + z\vec{e}_z$
Coordonnées cylindriques : (r, θ, z)
— Base : $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$ (base mobile)
— Position : $\vec{OM} = r\vec{e}_r + z\vec{e}_z$
— Relations : $x = r\cos\theta$, $y = r\sin\theta$
Coordonnées sphériques : (r, θ, φ)
— Base : $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_\varphi)$ (base mobile)
— Position : $\vec{OM} = r\vec{e}_r$

Question 7 : Exprimer à partir d'un schéma le déplacement élémentaire dans l'un des systèmes de coordonnées ; construire le trièdre local associé.
Réponse : Coordonnées cartésiennes :

$$d\vec{OM} = dx\vec{e}_x + dy\vec{e}_y + dz\vec{e}_z$$

Trièdre : $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ orthonormé direct et fixe.
Coordonnées cylindriques :

$$d\vec{OM} = dr\vec{e}_r + rd\theta\vec{e}_\theta + dz\vec{e}_z$$

Trièdre : $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$ orthonormé direct et mobile.

Question 8 : Établir les expressions des composantes des vecteurs position, déplacement élémentaire, vitesse et accélération dans les cas des coordonnées cartésiennes ou cylindriques.
Réponse : Coordonnées cartésiennes :

$$\vec{OM} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y + z\vec{e}_z \quad (1)$$
$$d\vec{OM} = dx\vec{e}_x + dy\vec{e}_y + dz\vec{e}_z \quad (2)$$
$$\vec{v} = \dot{x}\vec{e}_x + \dot{y}\vec{e}_y + \dot{z}\vec{e}_z \quad (3)$$
$$\vec{a} = \ddot{x}\vec{e}_x + \ddot{y}\vec{e}_y + \ddot{z}\vec{e}_z \quad (4)$$

Coordonnées cylindriques :

$$\vec{OM} = r\vec{e}_r + z\vec{e}_z \quad (5)$$
$$d\vec{OM} = dr\vec{e}_r + rd\theta\vec{e}_\theta + dz\vec{e}_z \quad (6)$$
$$\vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta + \dot{z}\vec{e}_z \quad (7)$$
$$\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{e}_r + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\vec{e}_\theta + \ddot{z}\vec{e}_z \quad (8)$$

Question 9 : Exprimer le vecteur vitesse et le vecteur position en fonction du temps pour un mouvement à vecteur accélération constant. Établir l'expression de sa trajectoire en coordonnées cartésiennes.
Réponse : Pour un mouvement uniformément accéléré avec $\vec{a} = \vec{a}_0$ (constante) :
Vecteur vitesse :

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}_0 t$$

Vecteur position :

$$\vec{OM}(t) = \vec{OM}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}_0 t^2$$

Trajectoire : Pour un mouvement dans le plan (x, y) : En éliminant le temps : $y = y_0 + v_{0y}\frac{x-x_0}{v_{0x}} + \frac{a_y}{2v_{0x}^2}(x - x_0)^2$

La trajectoire est une parabole.

Question 10 : Exprimer les composantes du vecteur position, du vecteur vitesse et du vecteur accélération en coordonnées polaires planes pour un mouvement circulaire.

Réponse : Pour un mouvement circulaire de rayon R constant :

Position : $\vec{OM} = R\vec{e}_r$

Vitesse : $\vec{v} = R\dot{\theta}\vec{e}_\theta = R\omega\vec{e}_\theta$

Accélération : $\vec{a} = -R\dot{\theta}^2\vec{e}_r + R\ddot{\theta}\vec{e}_\theta = -R\omega^2\vec{e}_r + R\dot{\omega}\vec{e}_\theta$

où $\omega = \dot{\theta}$ est la vitesse angulaire.