BURHAN

Mouvements plans : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Version en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/mouvements-plans/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Mouvements plans	Application	8

Exercice 1 3 pts

Luge sur une piste verglacée

Une luge de masse $m = 8{,}0\,\text{kg}$ part du repos sur une piste verglacée, droite, inclinée de $\alpha = 12^\circ$ sur l'horizontale. La glace rend les frottements négligeables. On prend $g = 9{,}80\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

1. 1,25 pts

Faire le bilan des forces exercées sur la luge, puis montrer que son accélération vaut $a = g\sin\alpha$. Calculer a.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton projetée sur un axe parallèle à la ligne de plus grande pente, orienté vers le bas.

CORRIGÉ

Bilan. La luge, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, subit son poids $\vec{P}$ et la réaction $\vec{R}_N$ de la piste, perpendiculaire à la piste car le frottement est négligé.

Projection. Sur l'axe $(O;\vec{i})$ de la pente, orienté vers le bas : $m\,g\sin\alpha + 0 = m\,a$, donc $a = g\sin\alpha$.

$$a = 9{,}80 \times \sin 12^\circ$$
$$a \approx 2{,}0\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Conclusion. L'accélération de la luge vaut $a = g\sin\alpha \approx 2{,}0\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, sans dépendre de sa masse.

2. 0,75 pts

Calculer la vitesse de la luge à la date $t = 4{,}0\,\text{s}$ après son départ.

INDICE

Outil : la vitesse d'un mouvement rectiligne uniformément varié, avec une vitesse initiale nulle.

CORRIGÉ

Vitesse. L'accélération est constante et $v(0) = 0$: $v = a\,t$.

$$v = 2{,}04 \times 4{,}0$$
$$v \approx 8{,}2\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Conclusion. Après $4{,}0\,\text{s}$ de glissade, la luge va à environ $8{,}2\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

3. 1 pts

Calculer la valeur de la réaction $\vec{R}_N$ de la piste.

INDICE

Outil : la projection de la deuxième loi sur la normale à la piste, où l'accélération est nulle.

CORRIGÉ

Projection normale. La luge reste au contact de la piste : $a_y = 0$, donc $R_N - m\,g\cos\alpha = 0$.

$$\begin{aligned} R_N &= m\,g\cos\alpha \\ R_N &= 8{,}0 \times 9{,}80 \\ &\quad \times \cos 12^\circ \\ R_N &\approx 77\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

Conclusion. La piste exerce une réaction normale d'environ $77\,\mathrm{N}$, un peu inférieure au poids de la luge.

Exercice 2 2,75 pts

Colis glissant à vitesse constante

Sur une rampe de chargement inclinée de $\alpha = 18^\circ$, un colis de masse $m = 15\,\text{kg}$ descend en ligne droite à vitesse constante. On prend $g = 9{,}80\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

1. 1 pts

Montrer que la force de frottement a pour valeur $f = m\,g\sin\alpha$, puis la calculer.

INDICE

Outil : une vitesse constante en ligne droite signifie une accélération nulle ; projette la deuxième loi sur la pente.

CORRIGÉ

Loi. Dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = m\,\vec{a}_G = \vec{0}$.

Projection sur la pente, orientée vers le bas : $m\,g\sin\alpha - f = 0$, donc $f = m\,g\sin\alpha$.

$$\begin{aligned} f &= 15 \times 9{,}80 \times \sin 18^\circ \\ f &\approx 45\,\text{N} \end{aligned}$$

Conclusion. Le frottement, dirigé vers le haut de la rampe, vaut $f = m\,g\sin\alpha \approx 45\,\text{N}$.

2. 0,75 pts

Calculer la valeur de la réaction normale R_N.

INDICE

Outil : la projection de la même loi sur la normale à la rampe.

CORRIGÉ

Projection normale. $R_N - m\,g\cos\alpha = 0$.

$$\begin{aligned} R_N &= 15 \times 9{,}80 \\ &\quad \times \cos 18^\circ \\ R_N &\approx 1{,}4 \times 10^{2}\,\text{N} \end{aligned}$$

Conclusion. La réaction normale vaut environ $1{,}4 \times 10^{2}\,\text{N}$.

3. 1 pts

Calculer la valeur R de la réaction de la rampe et la comparer au poids du colis. Interpréter.

INDICE

Outil : la réaction est la somme de deux forces perpendiculaires ; puis le bilan des forces avec $a = 0$.

CORRIGÉ

Valeur.

$$R = \sqrt{R_N^2 + f^2}$$
$$R = \sqrt{139{,}8^2 + 45{,}4^2}$$
$$R \approx 1{,}5 \times 10^2 \,\mathrm{N}$$

Comparaison. Le poids vaut $P = m\,g = 15 \times 9{,}80 \approx 1{,}5 \times 10^2 \,\mathrm{N}$: $R = P$. Comme $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$, la réaction est verticale, vers le haut, et compense le poids.

Conclusion. La réaction de la rampe vaut environ $1{,}5 \times 10^2 \,\mathrm{N}$, exactement la valeur du poids, car les deux forces se compensent.

Exercice 3 — 2,5 pts

Pierre de curling sur la glace

Une pierre de curling de masse $m = 19\,\text{kg}$ quitte la main du joueur à $v_0 = 2{,}4\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et glisse en ligne droite sur une glace horizontale. Le frottement de la glace vaut $f = 1{,}9\,\text{N}$.

1. — 1 pts

Montrer que l'accélération de la pierre vaut $a = -\dfrac{f}{m}$ sur un axe orienté dans le sens du mouvement, puis calculer a.

INDICE

Outil : sur un plan horizontal, le poids et la réaction normale n'ont aucune composante horizontale.

CORRIGÉ

Projection. Sur l'axe horizontal orienté dans le sens du mouvement, seul le frottement compte : $-f = m\,a$, donc $a = -\dfrac{f}{m}$.

$$a = -\frac{1{,}9}{19}$$
$$a = -0{,}10\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Conclusion. La pierre a une accélération constante $a = -0{,}10\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$: son mouvement est uniformément retardé.

2. — 1,5 pts

Calculer la distance parcourue par la pierre jusqu'à son arrêt, puis la durée de sa glissade.

INDICE

Outil : la relation entre les carrés des vitesses et la distance pour un mouvement uniformément varié, puis $v = a\,t + v_0$.

CORRIGÉ

Distance. À l'arrêt, $0 - v_0^2 = 2\,a\,d$:

$$d = \frac{v_0^2}{2\,|a|}$$
$$d = \frac{2{,}4^2}{2 \times 0{,}10}$$
$$d \approx 29\,\text{m}$$

Durée. $0 = a\,t_a + v_0$, donc $t_a = \dfrac{v_0}{|a|} = \dfrac{2{,}4}{0{,}10} = 24\,\text{s}$.

Conclusion. La pierre s'arrête après environ $29\,\text{m}$ de glissade, au bout de $24\,\text{s}$.

Exercice 4 2 pts

Tir au panier : vitesse initiale et sommet

Un joueur de basket lance le ballon avec une vitesse $v_0 = 7{,}5\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ faisant l'angle $\theta = 52°$ avec l'horizontale. On néglige l'action de l'air pendant ce court trajet et on prend $g = 9{,}80\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Le repère $(O;\vec{i},\vec{j})$ a son origine au point de lancement, $\vec{j}$ vertical vers le haut.

1. 1 pts

Calculer les coordonnées v_{0x} et v_{0y} du vecteur vitesse initiale.

INDICE

Outil : la projection d'un vecteur de valeur v_0 qui fait l'angle θ avec l'axe horizontal.

CORRIGÉ

Horizontale. $v_{0x} = v_0\cos\theta = 7{,}5\times\cos 52° \approx 4{,}6\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Verticale. $v_{0y} = v_0\sin\theta = 7{,}5\times\sin 52° \approx 5{,}9\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Conclusion. Le vecteur vitesse initiale a pour coordonnées $v_{0x}\approx 4{,}6\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $v_{0y}\approx 5{,}9\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

2. 1 pts

Calculer la date t_S à laquelle le ballon passe au sommet de sa trajectoire.

INDICE

Outil : l'équation horaire de la coordonnée verticale de la vitesse et sa valeur au sommet.

CORRIGÉ

Sommet. $v_y(t) = -g\,t + v_0\sin\theta$ s'annule au sommet :

$$t_S = \frac{v_0\sin\theta}{g}$$
$$t_S = \frac{5{,}91}{9{,}80}$$
$$t_S \approx 0{,}60\,\text{s}$$

Conclusion. Le ballon atteint le sommet de sa trajectoire environ $0{,}60\,\text{s}$ après le lancer.

Exercice 5 2,5 pts

Boule de pétanque lancée en cloche

Une boule de pétanque, dense et lente, est lancée depuis le point O à $v_0 = 8{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ sous l'angle de tir $\theta = 40^\circ$. L'action de l'air est négligée et le sol est supposé à l'altitude de O ; $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1. 0,75 pts

Calculer la flèche H de la trajectoire.

INDICE

Outil : l'expression de la flèche en fonction de v_0, θ et g.

CORRIGÉ

Flèche.

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2\,g}$$
$$H = \frac{8{,}0^2 \times \sin^2 40^\circ}{2 \times 9{,}80}$$
$$H \approx 1{,}3\,\mathrm{m}$$

Conclusion. La boule monte à environ $1{,}3\,\mathrm{m}$ au-dessus de son point de lancement.

2. 0,75 pts

Calculer la portée D du lancer.

INDICE

Outil : l'expression de la portée, valable ici car le sol est à l'altitude du lancement.

CORRIGÉ

Portée.

$$D = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$
$$D = \frac{8{,}0^2 \times \sin 80^\circ}{9{,}80}$$
$$D \approx 6{,}4\,\mathrm{m}$$

Conclusion. La boule retombe à environ $6{,}4\,\mathrm{m}$ du point de lancement.

3. 1 pts

Pour la même vitesse v_0, quel angle de tir donne la plus grande portée ? Calculer cette portée.

INDICE

Outil : les valeurs extrêmes d'un sinus.

CORRIGÉ

Angle. $\sin(2\theta)$ vaut au plus 1, pour $2\theta = 90°$, soit $\theta = 45°$.

Portée maximale.

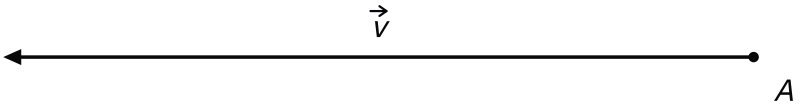
$$D_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$
$$D_{\max} = \frac{8{,}0^2}{9{,}80}$$
$$D_{\max} \approx 6{,}5\,\text{m}$$

Conclusion. Un tir à $45°$ donne la plus grande portée, environ $6{,}5\,\text{m}$, à peine plus qu'à $40°$.

Exercice 6 2,5 pts

Ion chlorure : sens et valeur de la force magnétique

Un ion chlorure, de charge $q = -e$ avec $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$, passe en A à la vitesse $v = 5{,}0 \times 10^{4}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$, dirigée vers la gauche de la feuille. Il se trouve dans un champ magnétique uniforme de valeur $B = 0{,}50\,\mathrm{T}$, perpendiculaire à la feuille et entrant.



Ion chlorure en A, champ magnétique entrant dans la feuille

1. 1 pts

Donner la direction et le sens de la force de Lorentz $\vec{F}$ qui s'exerce sur l'ion en A.

INDICE

Outil : la règle de la main droite, appliquée au vecteur $q\,\vec{v}$ et non à $\vec{v}$.

CORRIGÉ

Direction. $\vec{F}$ est perpendiculaire à $\vec{v}$ et à $\vec{B}$: elle est dans le plan de la feuille, verticale sur la figure.

Sens. $q < 0$: le pouce suit $q\,\vec{v}$, vers la droite ; l'index entre dans la feuille avec $\vec{B}$; le majeur pointe vers le haut de la feuille.

Conclusion. La force de Lorentz sur l'ion chlorure est verticale sur la figure et dirigée vers le haut de la feuille.

2. 1 pts

Calculer la valeur F de cette force.

INDICE

Outil : la valeur de la force de Lorentz, avec l'angle entre $\vec{v}$ et $\vec{B}$.

CORRIGÉ

Valeur. $\vec{v}$ est perpendiculaire à $\vec{B}$: $\sin\beta = 1$.

$$\begin{aligned} F &= |q|\,v\,B \\ F &= 1{,}60 \times 10^{-19} \\ &\quad \times 5{,}0 \times 10^{4} \times 0{,}50 \\ F &\approx 4{,}0 \times 10^{-15}\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

Conclusion. La force de Lorentz vaut environ $4{,}0 \times 10^{-15}\,\mathrm{N}$.

3. `0,5 pts`

Le champ est incliné pour faire l'angle $\beta = 30^\circ$ avec la vitesse, sans changer de valeur. Calculer la nouvelle valeur de la force.

INDICE

Outil : le facteur $\sin\beta$ dans la valeur de la force de Lorentz.

CORRIGÉ

Nouvelle valeur.

$$\begin{aligned} F' &= |q|\, v\, B\, \sin\beta \\ F' &= 4{,}0 \times 10^{-15} \\ &\quad \times \sin 30^\circ \\ F' &\approx 2{,}0 \times 10^{-15}\ \mathrm{N} \end{aligned}$$

Conclusion. Avec un angle de 30°, la force est divisée par deux et vaut environ $2{,}0 \times 10^{-15}\ \mathrm{N}$.

Exercice 7 2,25 pts

Rayon de la trajectoire d'une particule alpha

Une particule alpha, de masse $m = 6{,}64 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$ et de charge $q = 2\,e$, avec $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$, pénètre en O dans un champ magnétique uniforme $B = 0{,}80\,\mathrm{T}$, avec une vitesse $v_0 = 1{,}5 \times 10^{6}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ perpendiculaire au champ. Son poids est négligeable devant la force de Lorentz.

1. 1,25 pts

Calculer le rayon r de la trajectoire circulaire de la particule.

INDICE

Outil : le rayon de la trajectoire d'une particule dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire à sa vitesse.

CORRIGÉ

Rayon. $|q| = 2\,e = 3{,}20 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$.

$$\begin{aligned} r &= \frac{m\,v_0}{|q|\,B} \\ r &= \frac{6{,}64 \times 10^{-27}}{3{,}20 \times 10^{-19}} \\ &\quad \times \frac{1{,}5 \times 10^{6}}{0{,}80} \\ r &\approx 3{,}9 \times 10^{-2}\,\mathrm{m} \end{aligned}$$

Conclusion. La particule alpha décrit un cercle de rayon environ $3{,}9\,\mathrm{cm}$.

2. 1 pts

La particule ressort du champ après un demi-tour. Donner la valeur de sa vitesse à la sortie et la distance entre son point d'entrée et son point de sortie.

INDICE

Outil : la force de Lorentz reste perpendiculaire à la vitesse ; un demi-cercle relie deux points diamétralement opposés.

CORRIGÉ

Vitesse. Le mouvement est circulaire uniforme : la valeur de la vitesse reste $v_0 = 1{,}5 \times 10^{6}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$; seul son sens a changé.

Distance. Entrée et sortie sont aux deux bouts d'un diamètre : $d = 2\,r \approx 2 \times 3{,}89 \approx 7{,}8\,\mathrm{cm}$.

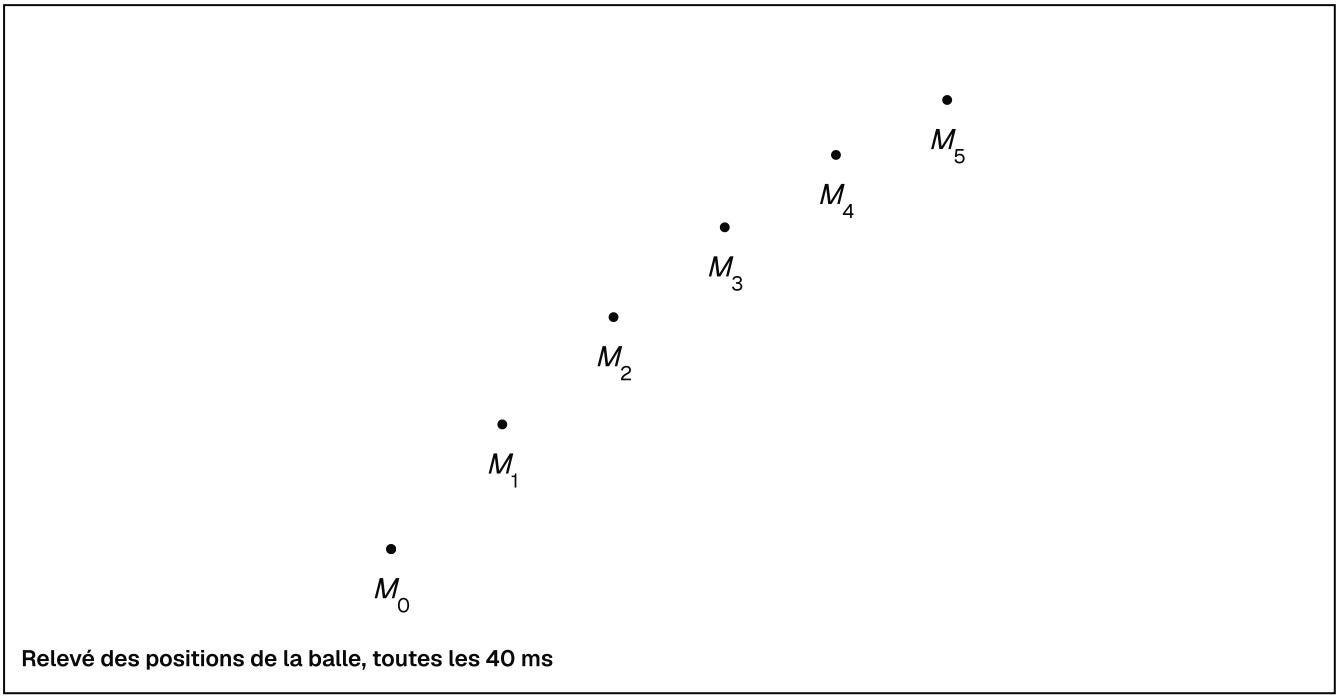
Conclusion. La particule sort à $1{,}5 \times 10^{6}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$, en sens opposé, à environ $7{,}8\,\mathrm{cm}$ de son point d'entrée.

Exercice 8 2 pts

Relevé d'une balle de jonglage

Une balle de jonglage est filmée de profil après son lancer, une image toutes les $\tau = 40\,\text{ms}$. Le logiciel de pointage donne les positions de son centre dans un repère d'axe horizontal x et d'axe vertical y vers le haut :

Position	x (cm)	y (cm)
M_0	0	0
M_1	$10{,}00$	$11{,}22$
M_2	$20{,}00$	$20{,}86$
M_3	$30{,}00$	$28{,}94$
M_4	$40{,}00$	$35{,}46$
M_5	$50{,}00$	$40{,}40$



Relevé des positions de la balle, toutes les 40 ms

1. 1 pts

Montrer que la coordonnée horizontale v_x de la vitesse est constante et calculer sa valeur.

INDICE

Outil : les écarts entre abscisses successives, rapportés à la durée τ.

CORRIGÉ

Écarts. Entre deux images, l'abscisse augmente chaque fois de $10{,}00\,\mathrm{cm}$: v_x est constante.

$$v_x = \frac{10{,}00 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-3}}$$
$$v_x = 2{,}5\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

Conclusion. Le mouvement horizontal est uniforme, avec $v_x = 2{,}5\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

2. 1 pts

Calculer la coordonnée verticale v_y de la vitesse en M_2, puis la valeur v_2 de la vitesse en ce point.

INDICE

Outil : les positions M_1 et M_3 qui encadrent M_2, séparées de $2\,\tau$.

CORRIGÉ

Coordonnée verticale. $y_3 - y_1 = 28{,}94 - 11{,}22 = 17{,}72\,\mathrm{cm}$:

$$v_y \approx \frac{y_3 - y_1}{2\,\tau}$$
$$v_y \approx \frac{17{,}72 \times 10^{-2}}{0{,}080}$$
$$v_y \approx 2{,}2\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

Valeur.

$$v_2 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$
$$v_2 \approx \sqrt{2{,}5^2 + 2{,}215^2}$$
$$v_2 \approx 3{,}3\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

Conclusion. En M_2, la balle monte avec $v_y \approx 2{,}2\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ et sa vitesse vaut environ $3{,}3\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.