BURHAN

Lois de Newton : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/lois-de-newton/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Lois de Newton	Entraînement	7

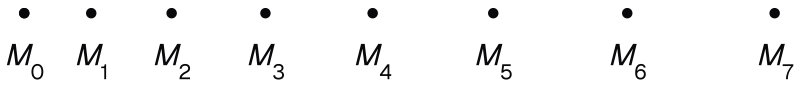
Exercice 1

Enregistrement d'un buggy radiocommandé au démarrage

Un buggy radiocommandé de masse $m = 1{,}8\,\text{kg}$ démarre en ligne droite sur une piste horizontale. Une caméra fixe le filme ; le pointage de son centre d'inertie donne les positions M_0 à M_7, séparées par la durée $\tau = 50{,}0\,\text{ms}$.

Une règle filmée le long de la piste fixe l'échelle : $1\,\text{cm}$ sur le document représente $10\,\text{cm}$ en réalité. Le tableau donne $x_i = M_0M_i$ mesuré sur le document.

Position	x_i (cm)
M_0	0
M_1	$0{,}50$
M_2	$1{,}10$
M_3	$1{,}80$
M_4	$2{,}60$
M_5	$3{,}50$
M_6	$4{,}50$
M_7	$5{,}60$



Positions successives du buggy au démarrage

1.

Expliquer le rôle de la règle filmée, puis calculer la distance réelle M_2M_4.

INDICE

Outil : l'échelle relie une longueur du document à la longueur réelle.

2.

Calculer les vitesses v_3 et v_5 du centre d'inertie aux positions M_3 et M_5.

INDICE

Outil : $v_i \approx \dfrac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$, avec $2\tau = 0{,}100\,\text{s}$.

3.

Un élève calcule la vitesse en M_3 par $\dfrac{M_3M_4}{\tau}$. Calculer sa valeur et expliquer pourquoi la méthode de la question 2 est préférable.

INDICE

Point délicat : la vitesse moyenne sur un intervalle approche la vitesse au milieu de cet intervalle.

4.

Construire en M_4 le vecteur $\Delta\vec{v}_4 = \vec{v}_5 - \vec{v}_3$ et calculer l'accélération a_4.

INDICE

Outil : $\vec{a}_4 \approx \dfrac{\Delta\vec{v}_4}{2\tau}$. **Point délicat :** $\vec{v}_3$ et $\vec{v}_5$ ont la même direction, celle de la trajectoire.

5.

On calcule de même $a_3 \approx 4{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$. Préciser la nature du mouvement.

INDICE

Outil : la trajectoire, le sens de $\vec{a}$ par rapport à $\vec{v}$, et la constance de $\vec{a}$.

6.

En appliquant la deuxième loi de Newton au buggy, calculer la valeur de la somme des forces extérieures qui s'exercent sur lui.

INDICE

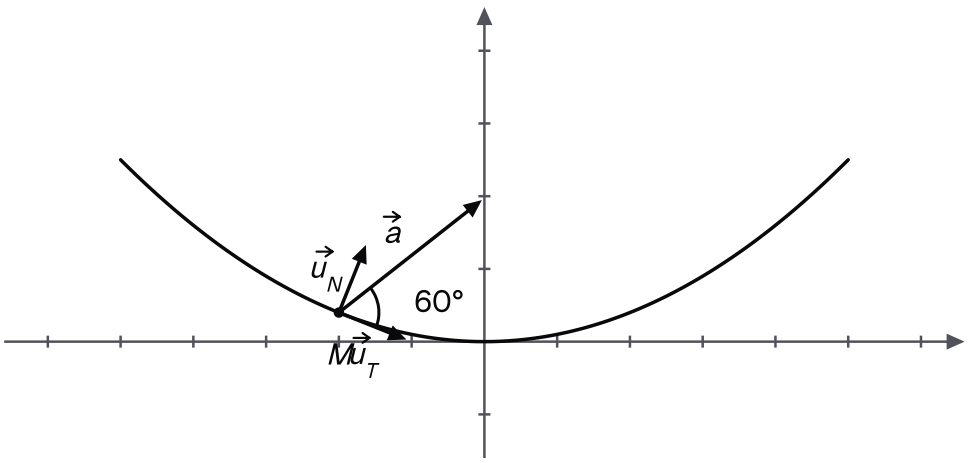
Outil : système, référentiel terrestre supposé galiléen, puis $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\,\vec{a}_G$.

Exercice 2

Base de Frenet : un motard dans une courbe

Un motard aborde une courbe sur une route horizontale en accélérant. À l'instant étudié, son centre d'inertie M a une vitesse de valeur $v = 12\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Son vecteur accélération a pour valeur $a = 5{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ et fait un angle $\alpha = 60^\circ$ avec $\vec{u}_T$, du côté de $\vec{u}_N$. Le document représente la base de Frenet $(M;\vec{u}_T,\vec{u}_N)$ et $\vec{a}$, sans échelle.



Base de Frenet et accélération du motard

1.

Calculer les coordonnées a_T et a_N de l'accélération dans la base de Frenet.

INDICE

Outil : projette $\vec{a}$ sur $\vec{u}_T$ et sur $\vec{u}_N$: $a_T = a\cos\alpha$ et $a_N = a\sin\alpha$.

2.

En déduire comment varie la valeur de la vitesse du motard à cet instant.

INDICE

Outil : dans la base de Frenet, $a_T = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$.

3.

Calculer le rayon de courbure ρ de la trajectoire au point M.

INDICE

Outil : $a_N = \dfrac{v^2}{\rho}$, donc $\rho = \dfrac{v^2}{a_N}$. **Point délicat :** garde a_N non arrondi.

4.

Le motard reprend la même courbe en gardant une vitesse de valeur constante $v = 12\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Que deviennent l'angle α et la valeur de l'accélération en M ?

INDICE

Outil : une vitesse de valeur constante donne $a_T = 0$; a_N ne dépend que de v et de ρ.

Exercice 3

Virage horizontal : accélération centripète et force latérale

Une voiture parcourt un virage circulaire sur une route horizontale, à vitesse de valeur constante. On l'étudie dans le référentiel terrestre, supposé galiléen. Dans la direction du mouvement, la force motrice compense les frottements ; on prend $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

Document. Données du virage.

Grandeur	Valeur
masse de la voiture	$m = 1{,}3 \times 10^{3}\,\mathrm{kg}$
rayon du virage	$R = 75\,\mathrm{m}$
vitesse de la voiture	$54\,\mathrm{km\cdot h^{-1}}$
force latérale maximale, route sèche	$9{,}1\,\mathrm{kN}$

1.

Convertir la vitesse en $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$, puis donner la direction, le sens et la valeur de l'accélération du centre d'inertie.

INDICE

Début : $1\,\mathrm{km\cdot h^{-1}} = \dfrac{1}{3{,}6}\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. **Outil :** le mouvement est circulaire uniforme.

2.

La route exerce sur la voiture une force verticale $\vec{R}_N$ et une force latérale horizontale $\vec{F}_L$. En appliquant la deuxième loi de Newton, calculer leurs valeurs.

INDICE

Outil : projette la deuxième loi sur la verticale, puis sur la normale à la trajectoire, orientée vers le centre.

3.

La route sèche ne peut pas exercer une force latérale supérieure à la valeur du document. Montrer que la vitesse maximale dans ce virage vaut environ $82\,\mathrm{km\cdot h^{-1}}$.

INDICE

Début : à la vitesse maximale, $F_L = m\dfrac{v^2}{R}$ atteint sa valeur limite. **Ensuite :** isole v.

4.

Sur une route verglacée, la force latérale maximale est beaucoup plus petite. Expliquer pourquoi le conducteur doit alors ralentir avant le virage.

INDICE

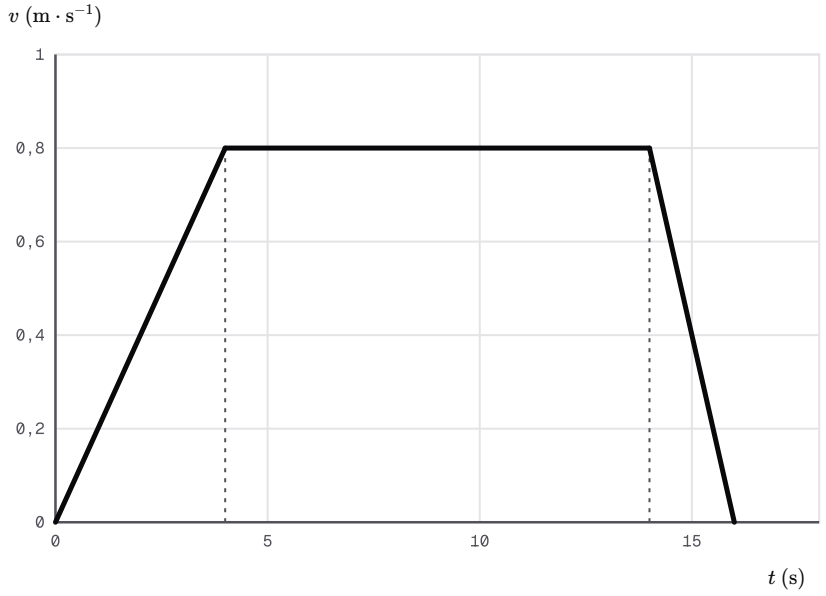
Outil : la force latérale nécessaire vaut $m\dfrac{v^2}{R}$: elle augmente avec v.

Exercice 4

Tension du câble d'une grue en trois phases

Une grue de chantier soulève verticalement une palette de parpaings de masse $m = 1{,}50 \times 10^{3}\,\mathrm{kg}$, accrochée à son câble. Le document donne la valeur v de la vitesse de la palette en fonction du temps.

On étudie la palette dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, sur un axe vertical orienté vers le haut. On néglige l'action de l'air ; on prend $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.



Vitesse de la palette levée par la grue

1.

Déterminer l'accélération a_z de la palette dans chacune des trois phases.

INDICE

Outil : sur chaque portion rectiligne, $a_z = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$; la vitesse est orientée vers le haut.

2.

Faire le bilan des forces exercées sur la palette et montrer que la valeur de la tension du câble s'écrit $T = m\,(g + a_z)$.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton projetée sur l'axe vertical orienté vers le haut.

3.

Calculer la tension du câble dans chacune des trois phases.

INDICE

Outil : remplace a_z par sa valeur dans $T = m\,(g + a_z)$.

4.

Préciser, par le signe de $\vec{a} \cdot \vec{v}$, la nature du mouvement dans chaque phase.

INDICE

Outil : $\vec{v}$ est vers le haut ; compare le sens de $\vec{a}$ à celui de $\vec{v}$.

5.

Sur le chantier, comment obtenir expérimentalement la courbe $v(t)$ du document ? Décrire la mesure, puis son exploitation.

INDICE

Outil : pense à l'enregistrement d'un mouvement et au calcul d'une vitesse instantanée sur un intervalle centré.

Exercice 5

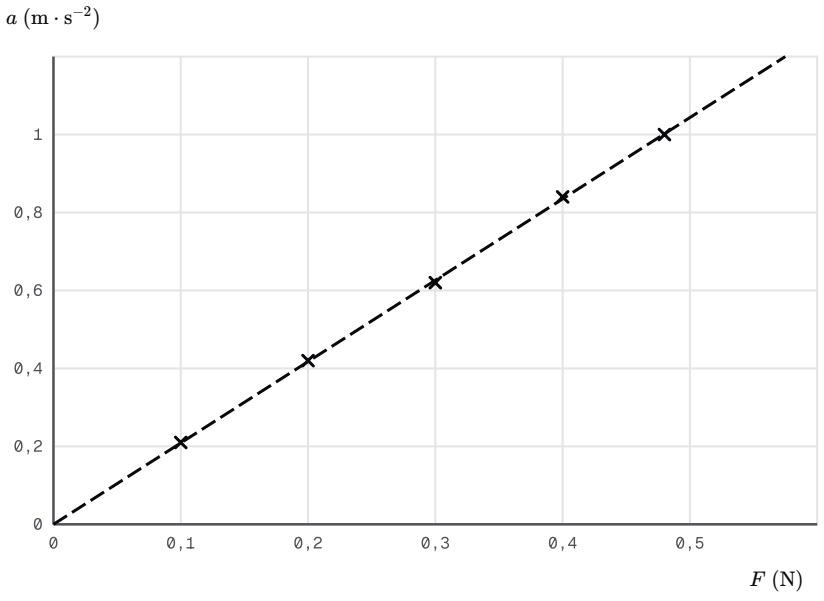
Vérifier la deuxième loi sur un rail à coussin d'air

Sur un rail à coussin d'air horizontal, un chariot de masse $m = 0{,}480\,\text{kg}$, mesurée à la balance, est tiré par un fil horizontal. Un capteur de force mesure la valeur F de la tension du fil, constante pendant chaque lancer.

Pour chaque valeur de F, l'enregistrement du mouvement donne l'accélération a du chariot, avec deux chiffres significatifs.

F (N)	a ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)
$0{,}10$	$0{,}21$
$0{,}20$	$0{,}42$
$0{,}30$	$0{,}62$
$0{,}40$	$0{,}84$
$0{,}48$	$1{,}0$

Un logiciel de modélisation propose la droite $a = k\,F$, avec $k \approx 2{,}1\,\text{kg}^{-1}$.



Accélération du chariot en fonction de la force

1.

Pourquoi utilise-t-on un rail à coussin d'air horizontal pour cette vérification ?

INDICE

Outil : pense aux forces qui s'exercent sur le chariot, en plus de la tension du fil.

2.

Appliquer la deuxième loi de Newton au chariot et montrer que la théorie prévoit $a = \dfrac{F}{m}$.

INDICE

Outil : projette la deuxième loi sur l'axe horizontal orienté dans le sens du mouvement.

3.

Les mesures sont-elles en accord avec cette prévision ? En déduire la masse du chariot tirée du coefficient k.

INDICE

Outil : compare la forme de la droite de modélisation à celle de la prévision, puis identifie k à $\dfrac{1}{m}$.

4.

Comparer cette masse à la masse mesurée à la balance. Conclure.

INDICE

Outil : compare les deux valeurs au nombre de chiffres significatifs des mesures.

5.

Citer deux sources d'écart possibles entre l'expérience et la prévision.

INDICE

Outil : passe en revue le montage, puis les mesures.

Exercice 6

Deux wagonnets poussés sur un rail : force de contact

Dans une mine, un mineur pousse horizontalement le wagonnet A, qui pousse à son tour le wagonnet B, placé devant lui. Les deux wagonnets restent en contact sur un rail rectiligne et horizontal.

On néglige les frottements ; le référentiel terrestre est supposé galiléen.

Document. Données du convoi.

Grandeur	Valeur
masse du wagonnet A, poussé par le mineur	$m_A = 300\,\text{kg}$
masse du wagonnet B, devant	$m_B = 500\,\text{kg}$
force horizontale du mineur sur A	$F = 4{,}0 \times 10^{2}\,\text{N}$

1.

En prenant pour système l'ensemble des deux wagonnets, montrer que leur accélération vaut $a = 0{,}50\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

INDICE

Point délicat : les forces de contact entre A et B sont intérieures à ce système : elles ne comptent pas.

2.

En prenant pour système le wagonnet B seul, calculer la valeur de la force $\vec{F}_{A/B}$ exercée par A sur B.

INDICE

Outil : la seule force horizontale qui s'exerce sur B est $\vec{F}_{A/B}$.

3.

Donner la direction, le sens et la valeur de la force $\vec{F}_{B/A}$ exercée par B sur A.

INDICE

Outil : la troisième loi de Newton.

4.

Vérifier ce résultat en appliquant la deuxième loi de Newton au wagonnet A seul.

INDICE

Outil : sur A s'exercent, horizontalement, $\vec{F}$ vers l'avant et $\vec{F}_{B/A}$ vers l'arrière.

5.

Le mineur pousse désormais B, qui pousse A placé devant lui, avec la même force. Montrer que la force de contact entre les wagonnets change de valeur.

INDICE

Ensuite : l'accélération ne change pas ; le wagonnet de devant est maintenant A.

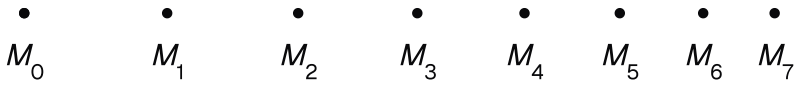
Exercice 7

Palet de table freiné : de l'enregistrement à la force de frottement

Sur une table de jeu horizontale, on lance un palet de masse $m = 0{,}350\,\mathrm{kg}$. Une vidéo, pointée image par image, donne les positions M_0 à M_7 de son centre d'inertie, séparées par $\tau = 80{,}0\,\mathrm{ms}$; $1\,\mathrm{cm}$ sur le document représente $8\,\mathrm{cm}$ en réalité.

La table exerce sur le palet une réaction verticale $\vec{R}_N$ et une force de frottement $\vec{f}$, opposée au mouvement. On prend $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

Position	x_i (cm)
M_0	0
M_1	$1{,}44$
M_2	$2{,}76$
M_3	$3{,}96$
M_4	$5{,}04$
M_5	$6{,}00$
M_6	$6{,}84$
M_7	$7{,}56$



Positions successives du palet freiné

1.

Calculer les vitesses v_2 et v_4 du centre d'inertie du palet.

INDICE

Outil : $v_i \approx \dfrac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$, avec $2\tau = 0{,}160\,\mathrm{s}$. **Point délicat :** multiplie les distances du document par 8.

2.

Calculer l'accélération du palet à la position M_3 ; préciser son sens et la nature du mouvement.

INDICE

Outil : $a_3 \approx \dfrac{v_4 - v_2}{2\tau}$, sur l'axe orienté dans le sens du mouvement.

3.

Appliquer la deuxième loi de Newton au palet pour calculer la valeur f de la force de frottement et celle de $\vec{R}_N$.

INDICE

Outil : projette la deuxième loi sur l'axe du mouvement, puis sur la verticale.

4.

Comment vérifier, à partir du même enregistrement, que la force de frottement garde la même valeur pendant le mouvement ? Faire la vérification en M_4.

INDICE

Début : une force constante donne une accélération constante. **Ensuite :** calcule v_3, v_5, puis a_4.