1ère Spécialité Physique-Chimie	**Thème :** L'énergie : Conversions et transferts	M. GINEYS / M. KUNST-MEDICA	La Salle Avignon
Chapitre 14 : Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques		Cours livre p 261 à 264	

Nom : …………………… Prénom : …………………… Classe : …….

EXTRAIT DU PLAN DE TRAVAIL DU CHAPITRE 14

Site internet : http://www.lasallesciences.com/

Les bons réflexes

Si l'énoncé demande de…	Il est nécessaire de…
Calculer l'énergie potentielle de pesanteur d'un système.	**Réflexe 1** Ex. 12, p. 269 **Tracer** un axe vertical ascendant Oz dont l'origine $z = 0$ m correspond à $\mathscr{E}_p = 0$ J. **Repérer** la coordonnée z du système sur l'axe Oz. **Effectuer** le calcul en faisant attention aux unités et au signe de z.
Exploiter le théorème de l'énergie cinétique appliqué à un système.	**Réflexe 2** Ex. 8, p. 268 **Identifier** les forces auxquelles est soumis le système. **Énoncer** le théorème dans le référentiel choisi entre une position initiale A et une position finale B. **Repérer** les données du texte (vitesses v_A et v_B, altitudes z_A et z_B …). **Exploiter** le théorème pour déterminer la grandeur recherchée.
Exploiter la variation de l'énergie mécanique d'un système.	**Réflexe 3** Ex. 16, p. 269 **Faire un bilan** des forces appliquées au système et identifier l'existence ou non de forces non conservatives. Vérifier si la somme des travaux des forces non conservatives est nulle ou non, lors du déplacement du système, entre A et B. **En déduire** si l'énergie mécanique du système se conserve ou non. **Exploiter** la variation de l'énergie mécanique pour déterminer la grandeur recherchée.

Côté maths

À retenir ! On appelle **produit scalaire** $\vec{u}\cdot\vec{v}$ de deux vecteurs, le nombre réel tel que : $\vec{u}\cdot\vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\widehat{\vec{u};\vec{v}})$.

Si $(\widehat{\vec{u};\vec{v}}) \in [0°;90°[$ alors $\vec{u}\cdot\vec{v} > 0$. Si $(\widehat{\vec{u};\vec{v}}) \in]90°;180°]$ alors $\vec{u}\cdot\vec{v} < 0$. Si $(\widehat{\vec{u};\vec{v}}) = 90°$ alors $\vec{u}\cdot\vec{v} = 0$.

Côté maths

Soient deux vecteurs $\vec{u}$ et $\vec{v}$ tels que :

1) $\|\vec{u}\| = 3$, $\|\vec{v}\| = 5$ et $(\widehat{\vec{u};\vec{v}}) = 90°$;

2) $\|\vec{u}\| = 2$, $\|\vec{v}\| = 2$ et $(\widehat{\vec{u};\vec{v}}) = 180°$.

- Calculer, dans chaque situation, le produit scalaire du vecteur $\vec{u}$ par le vecteur $\vec{v}$.

Méthodes

Pour chacune des situations :
$\vec{u}\cdot\vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\widehat{\vec{u};\vec{v}})$

1) $\vec{u}\cdot\vec{v} = 3 \times 5 \times \cos(90°)$ or $\cos(90°) = 0$,
donc $\vec{u}\cdot\vec{v} = 0$, le produit scalaire est nul.

2) $\vec{u}\cdot\vec{v} = 2 \times 2 \times \cos(180°)$ or $\cos(180°) = -1$,
donc $\vec{u}\cdot\vec{v} = -4$, le produit scalaire est négatif.

Côté physique & chimie

Soit une force $\vec{F}$ constante dont le point d'application se déplace d'une position A à une position B telle que :

1) $F = 3$ N, $AB = 5$ m et $(\widehat{\vec{F};\overrightarrow{AB}}) = 90°$;

2) $F = 2$ N, $AB = 2$ m et $(\widehat{\vec{F};\overrightarrow{AB}}) = 180°$.

- Calculer, dans chaque situation, le travail de la force $\vec{F}$ lors du déplacement de A vers B.

Méthodes

Pour chacune des situations : $W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB}$

$W_{A\to B}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos(\widehat{\vec{F};\overrightarrow{AB}})$

1) $W_{A\to B}(\vec{F}) = 3\text{ N} \times 5\text{ m} \times \cos(90°)$ or $\cos(90°) = 0$,
donc $W_{A\to B}(\vec{F}) = 0$ J. Le travail de la force est nul.

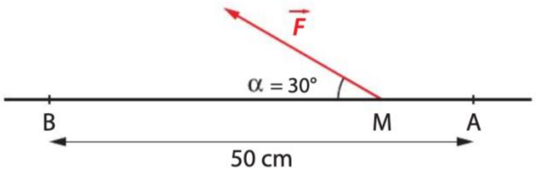
2) $W_{A\to B}(\vec{F}) = 2\text{ N} \times 2\text{ m} \times \cos(180°)$ or $\cos(180°) = -1$,
donc $W_{A\to B}(\vec{F}) = -4$ J. Le travail de la force est résistant.

6 Calculer le travail d'une force

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs.

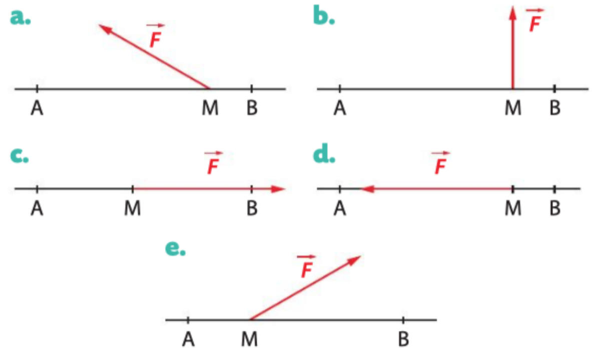
- À l'aide du schéma ci-dessous, calculer le travail de la force constante $\vec{F}$ dont la valeur est 3,0 N lors d'un déplacement du point d'application M de A à B.



7 Étudier le signe d'un travail

| Exploiter des schémas.

- Déterminer, dans chaque situation suivante, le signe du travail $W_{A \to B}(\vec{F})$ de la force $\vec{F}$ lors du déplacement de A vers B.

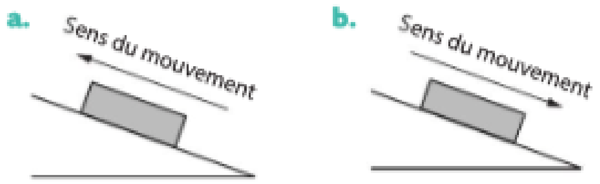


10 Caractériser le travail d'une force

CORRIGÉ

| Faire un schéma adapté.

Un solide glisse sur un plan incliné.



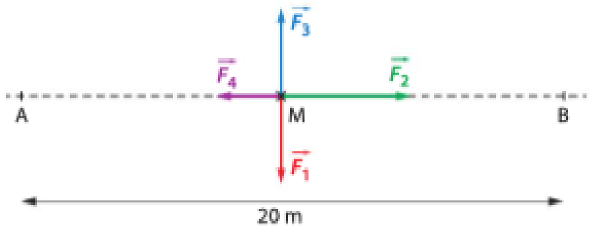
1. Schématiser les deux situations et représenter le poids du solide modélisé par un point.
2. Préciser, pour chaque situation, si le travail du poids est positif ou négatif.

11 Calculer le travail d'une force de frottement

| Exploiter un schéma.

Un traîneau, modélisé par un point M, glisse sur la neige lors d'un déplacement de A à B. Il est soumis à un ensemble de forces de valeurs constantes et schématisées ci-dessous à l'échelle.

La force de traction $\vec{F}_2$ a une valeur de 300 N.



1. Repérer la force de frottement parmi celles représentées ci-dessus.
2. Calculer le travail de la force de frottement lors du déplacement de A à B.

2 Utiliser les unités

CORRIGÉ

| Effectuer une analyse dimensionnelle.

- Si l'énergie cinétique $\mathscr{E}_c$ est exprimée en joule (J) et m en kilogramme (kg), en quelle unité faut-il exprimer la valeur de la vitesse v ?

3 Réfléchir à propos de l'énergie cinétique

| Rédiger une explication.

- Illustrer par un exemple l'affirmation : « L'énergie d'un système dépend du référentiel choisi. »

4 Calculer une énergie cinétique

CORRIGÉ

| Écrire un résultat de manière adaptée.

Une tortue de Horsfield pesant 1,50 kg se déplace à 0,25 km·h^{-1}.

- Calculer l'énergie cinétique de la tortue.

5 Calculer une valeur de vitesse

| Effectuer des calculs.

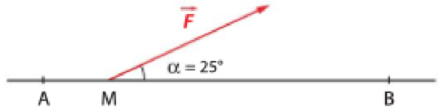
- Calculer la valeur de la vitesse du système {vélo ; cycliste} de masse 70 kg.

8 Calculer une variation d'énergie cinétique

CORRIGÉ

| Exploiter un schéma.

Un point M se déplaçant de A vers B distants de 5,0 m est soumis à une force constante de valeur $F = 10$ N.



• Calculer la variation de son énergie cinétique lors de son déplacement en supposant que les autres forces exercées sur le système ne travaillent pas. Utiliser le réflexe 2

9 Exprimer littéralement une valeur de vitesse

| Effectuer des calculs.

Un système de masse m modélisé par un point M initialement à l'arrêt, est uniquement soumis, lors d'un déplacement d'une position A à une position B, à une force constante dont le travail est exprimé par $W_{A\to B}(\vec{F})$.

• Exprimer, à l'aide du théorème de l'énergie cinétique, la valeur de la vitesse du système lorsqu'il arrive en B en fonction de m et de $W_{A\to B}(\vec{F})$.

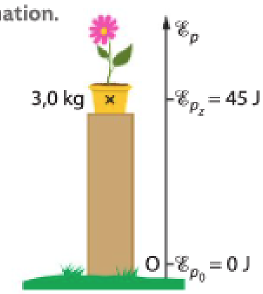
12 Calculer une altitude

CORRIGÉ

| Extraire et organiser l'information.

Un pot de fleurs est posé sur un poteau.

• Calculer la hauteur à laquelle se trouve le pot de fleurs. Utiliser le réflexe 1



Donnée

• $g = 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$

13 Calculer une variation d'énergie potentielle

| Effectuer des calculs.

Un système de masse $m = 3{,}0$ kg chute de 10 m.

• Calculer la variation de son énergie potentielle de pesanteur au cours de la chute.

Donnée

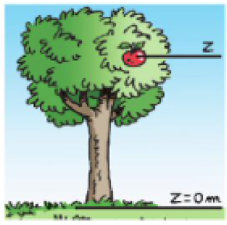
• $g = 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$

14 Exprimer l'énergie mécanique

CORRIGÉ

| Mobiliser ses connaissances.

Un fruit, accroché à un arbre, tombe sur le sol. On néglige l'action de l'air sur le fruit au cours de la chute.



1. Dans un référentiel terrestre, exprimer l'énergie mécanique du fruit :

a. lorsqu'il est encore accroché dans l'arbre ;

b. juste avant qu'il ne touche le sol.

2. Indiquer pourquoi on peut considérer que cette énergie est constante lors du mouvement du fruit.

15 Calculer une valeur de vitesse

| Effectuer des calculs.

Une pierre de masse m, initialement immobile, est lâchée d'une hauteur h. On néglige l'action de l'air sur la pierre au cours de la chute.

• Dans un référentiel terrestre, exprimer littéralement la valeur de la vitesse de la pierre lorsqu'elle atteint le sol.

16 Déterminer le travail de forces non conservatives

CORRIGÉ

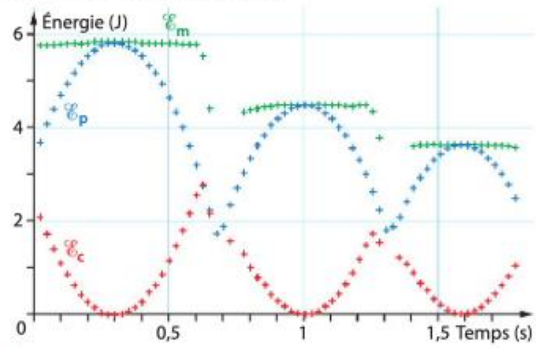
| Rendre compte à l'écrit avec un vocabulaire adapté.

• Expliquer comment déterminer le travail des forces non conservatives appliquées à un système, à partir de la variation de son énergie mécanique. Utiliser le réflexe 3

17 Étudier l'évolution de l'énergie mécanique

| Exploiter un graphique.

La représentation graphique ci-dessous montre l'évolution des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique d'un ballon qui rebondit. Quelques points aberrants ont été supprimés.



1. Évaluer la date du premier et du deuxième rebond.

2. Évaluer le travail des forces non conservatives au cours du mouvement du ballon entre les dates $t_i = 0{,}5$ s et $t_f = 1$ s.

Exercice résolu :

Le record de vitesse en ski

| Effectuer des calculs ; formuler une hypothèse.

Le skieur italien Ivan ORIGONE a atteint un record de vitesse lors d'une épreuve de ski de kilomètre lancé en 2016 sur la piste de Chabrières à Vars dans les Hautes-Alpes. Parti sans vitesse initiale du haut de la piste à l'altitude 2 720 m, il a parcouru la distance AB = 1 400 m dont la dénivellation est 435 m.

1. En prenant le bas de la piste comme référence, calculer l'énergie potentielle de pesanteur du skieur en haut de la piste.

2. Dans le cas où l'action de l'air et les frottements sont négligeables, le skieur est soumis uniquement à son poids $\vec{P}$ et à l'action $\vec{R}$ de la piste, perpendiculaire à la piste et supposée constante lors du déplacement.

a. Exprimer alors le travail des forces auxquelles est soumis le skieur lors du parcours entre les positions A et B.

b. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur de la vitesse du skieur à la position B.

3. En réalité, la vitesse atteinte est 70,8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

a. Comment l'énergie mécanique du skieur a-t-elle évolué lors de la descente ?

b. Exploiter la variation de l'énergie mécanique pour déterminer la valeur, supposée constante, de l'ensemble $\vec{f}$ des forces de frottements qui s'exercent sur le skieur.

Données

- Intensité de pesanteur $g = 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$
- masse du skieur $m = 90$ kg

Solution rédigée

• On utilise le Réflexe 1.

Tracé de l'axe vertical ascendant

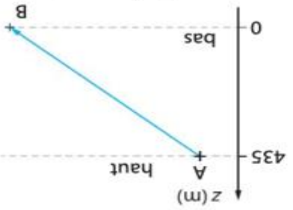
Repérage de l'altitude

Calcul de $\mathscr{E}_p$

1. On trace un axe Oz vertical ascendant.
La coordonnée z du skieur en haut de la piste est 435 m.
L'énergie potentielle du skieur en haut de la piste est : $\mathscr{E}_{p_A} = m \times g \times z_A$

$\mathscr{E}_{p_A} = 90\ \text{kg} \times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 435\ \text{m} = 3{,}8 \times 10^5\ \text{J}$

L'énergie potentielle en A est $3{,}8 \times 10^5$ J.



2.a. Le travail du poids est ici positif car lors d'une descente, cette force est une force motrice : $W_{A\to B}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B)$.

Le travail de la force $\vec{R}$ est ici nul car lors de ce mouvement, cette force est une force perpendiculaire à $\overrightarrow{AB}$: $W_{A\to B}(\vec{R}) = 0$ J.

• On utilise le Réflexe 2.

Énoncé du théorème dans le référentiel choisi entre les positions initiale et finale

b. D'après le théorème de l'énergie cinétique appliqué au skieur dans le référentiel terrestre, entre la position initiale A et la position finale B :

$$\mathscr{E}_{c_B} - \mathscr{E}_{c_A} = W_{A\to B}(\vec{P}) + W_{A\to B}(\vec{R})$$

Repérage des données du texte

Exploitation du théorème pour déterminer la grandeur recherchée v_B

D'après les données du texte :

- $v_A = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: « *Parti sans vitesse initiale du haut de la piste* ».
- $z_A - z_B = 435$ m : « *dénivellation de 435 m* ».

L'application du théorème de l'énergie cinétique au système étudié conduit à

$$\begin{array}{ccccccc} \mathscr{E}_{c_B} & - & \mathscr{E}_{c_A} & = & W_{A\to B}(\vec{P}) & + & W_{A\to B}(\vec{R}) \\ \frac{1}{2} m \times v_B^2 & - & \frac{1}{2} m \times v_A^2 & = & m \times g \times (z_A - z_B) & + & 0 \end{array}$$

En simplifiant par m, il vient $\frac{1}{2}{v_B}^2 - \frac{1}{2}{v_A}^2 = g \times (z_A - z_B)$

La relation précédente se ramène à $\frac{1}{2}{v_B}^2 - 0 = g \times (z_A - z_B)$ car $v_A = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Soit $v_B = \sqrt{2g \times (z_A - z_B)}$,

ce qui donne $v_B = \sqrt{2 \times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 435\ \text{m}}$ soit $v_B = 92{,}4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

• On utilise le Réflexe 3.

Identification de forces non conservatives

Déduction de la variation de l'énergie mécanique

Exploitation de la variation d'énergie mécanique.

3.a. On peut supposer que les frottements ne sont pas négligeables, ce qui entraine une diminution de l'énergie mécanique.

b. La variation de l'énergie mécanique est alors $\mathscr{E}_{m_B} - \mathscr{E}_{m_A} = W_{A\to B}(\vec{f})$ donc :

$$\frac{1}{2} m \times v_B^2 + m \times g \times z_B - \frac{1}{2} m \times v_A^2 - m \times g \times z_A = -f \times AB$$

$$\text{Donc } f = -\frac{\frac{1}{2} m \times (v_B^2 - v_A^2) + m \times g \times (z_B - z_A)}{AB}$$

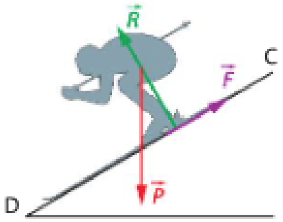
$$f = -\frac{\frac{1}{2} \times 90\ \text{kg} \times (70{,}8^2 - 0^2)(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})^2 + 90\ \text{kg} \times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (0 - 435)\ \text{m}}{1400\ \text{m}} = 1{,}1 \times 10^2\ \text{N}$$

Les forces de frottements, supposées constantes, ont une valeur de $1{,}1 \times 10^2$ N.

QCM de fin de chapitre

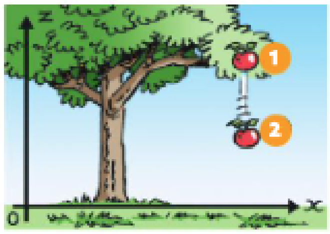
A

Un skieur évolue à la vitesse de valeur constante $v = 75\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.
Sa masse est $m = 75$ kg.
Les vecteurs représentant les forces exercées sur le skieur ont été dessinés sur le schéma pour mieux les identifier.



B

Une pomme chute sans frottement.
La référence de l'énergie potentielle de pesanteur est placée au niveau du sol.



Donnée

- $g = 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$

1 Le théorème de l'énergie cinétique

Si erreur, revoir § 1, p. 261.

1. Dans la situation A, le travail du poids $\vec{P}$ du skieur entre la position C et la position D est :	nul.	résistant.	moteur.
2. Dans la situation A, le théorème de l'énergie cinétique appliqué au skieur entre les positions C et D permet d'écrire que $\Delta\mathscr{E}_{c_{C\to D}}$ est égale à :	$W_{C\to D}(\vec{P}) + W_{C\to D}(\vec{R}) + W_{C\to D}(\vec{F})$	$W_{C\to D}(\vec{R}) + W_{C\to D}(\vec{F})$	$W_{C\to D}(\vec{P}) + W_{C\to D}(\vec{F})$

2 L'énergie mécanique

Si erreur, revoir § 2, p. 262.

3. L'énergie potentielle de pesanteur d'un système est proportionnelle :	à sa masse.	à son altitude.	au carré de sa vitesse.
4. Dans la situation B, l'énergie potentielle de pesanteur :	est positive dans les positions 1 et 2.	est plus grande dans la position 1 que dans la position 2.	est plus petite dans la position 1 que dans la position 2.
5. Dans la situation B, la pomme de masse 100 g est située à une altitude de 2,0 m et est animée d'une vitesse de valeur $4{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Son énergie mécanique $\mathscr{E}_m$ est égale à :	2,2 J.	4,8 kJ.	2,8 J.

3 La variation de l'énergie mécanique

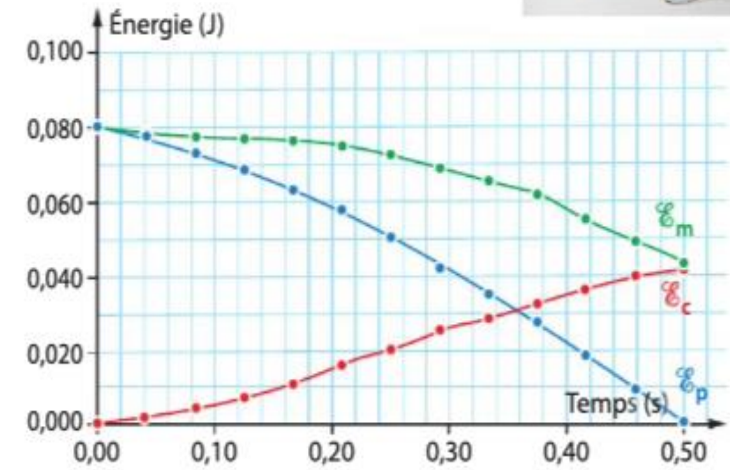
Si erreur, revoir § 3, p. 263.

6. Lorsque la pomme de la situation B chute :	son énergie potentielle de pesanteur augmente et son énergie cinétique diminue.	son énergie potentielle de pesanteur diminue et son énergie cinétique augmente.	ses énergies cinétique et potentielle de pesanteur diminuent.
7. Lorsque la pomme de la situation B chute, son énergie mécanique :	diminue.	reste constante.	augmente.
8. Dans la situation A, le skieur :	n'est soumis qu'à des forces conservatives.	a son énergie mécanique qui augmente.	a son énergie mécanique qui diminue.
9. Dans la situation A, la variation de l'énergie mécanique $\Delta\mathscr{E}_{m_{C\to D}}$ du skieur entre les positions C et D est égale à :	$W_{C\to D}(\vec{F})$	$-W_{C\to D}(\vec{F})$	$W_{D\to C}(\vec{F})$

Exercices de fin de chapitre

Exercice 1 : Le badminton (34 p 275)

Un volant de badminton est lâché quasiment sans vitesse initiale.
La représentation graphique ci-dessous montre l'évolution des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique du système {volant} assimilé à un point matériel, au cours de sa chute.



1.a. Déterminer la hauteur initiale du système, à l'aide de la photographie.

b. Retrouver par le calcul l'énergie potentielle de pesanteur initiale du système. Utiliser le réflexe 1

2.a. Justifier, à l'aide de la représentation graphique, que le système est soumis à des forces non conservatives qui travaillent. Utiliser le réflexe 3

b. Déterminer graphiquement le travail de ces forces non conservatives entre 0 et 0,50 s.

3.a. Quelle action exercée sur le système est modélisée par les forces non conservatives ?

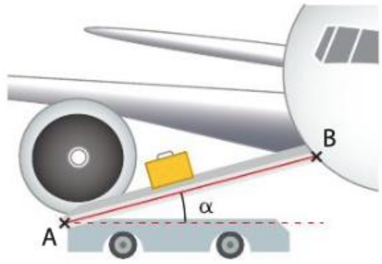
b. Déterminer la valeur, supposée constante, de l'ensemble de ces forces non conservatives.

Données

- masse du volant : 5,6 g
- valeur du champ de pesanteur $g = 9{,}81\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$

Exercice 2 : Bagages en soute (33 p 274)

Un tapis roulant de longueur $\ell = AB = 5{,}0\ \mathrm{m}$ est utilisé pour charger des bagages dans la soute d'un avion. Le tapis est incliné d'un angle $\alpha = 15°$ par rapport à l'horizontale.



Une valise de masse $m = 20$ kg, est entraînée par ce tapis avec une vitesse de valeur v constante.

1. La valise est soumise à son poids $\vec{P}$, à l'action du tapis modélisée par une force motrice $\vec{F}$ dans le plan du tapis et par une force $\vec{R}$ perpendiculaire au plan du tapis. Schématiser ces forces.

2.a. Montrer que le travail du poids $\vec{P}$ lors du déplacement de la position A à la position B est :

$$W_{A \to B}(\vec{P}) = -m \times g \times \ell \times \sin\alpha$$

b. Exprimer le travail des deux autres forces constantes.

3.a. Justifier que l'énergie cinétique reste constante au cours de ce déplacement.

b. Calculer la valeur de la force motrice $\vec{F}$ exercée par le tapis sur la valise.

Donnée

- $g = 9{,}81\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$