

Moment

Activité 1 : Rappel sur les énergies du mouvement

Document 1

- Une personne désirant desserrer un boulon de roue utilise une clé à manche télescopique. Elle exerce une force sur le manche de la clé afin d'entraîner le boulon dans un mouvement de rotation autour de son axe.



Schéma 1

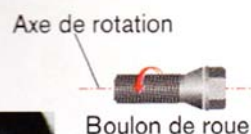


Schéma 2



Schéma 3

- La personne appuie sur le manche de la clé (schéma 1), mais l'effet de rotation de la force exercée sur le manche de la clé est insuffisant. Pour tenter de desserrer le boulon, la personne peut :
 - soit utiliser ses deux mains (schéma 2) et appuyer plus fort sur le manche ;
 - soit allonger le manche de la clé (schéma 3).



A l'aide du document 1, compléter le texte suivant :

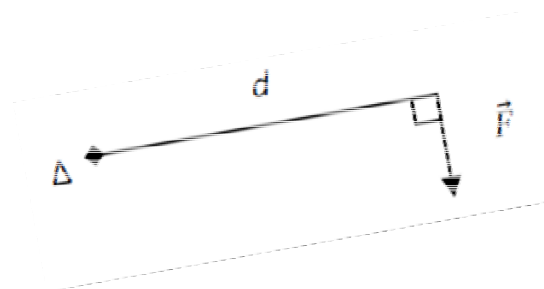
- Sur le schéma 2, la personne augmente l'..... de la exercée sur le manche de la clé. Sur le schéma 3, la personne augmente la entre l'axe de rotation du boulon et le point d'application de la
- La distance de la droite d'action d'une force à l'axe de rotation s'appelle le **bras de levier**.
- L'effet de rotation d'une force dépend de deux facteurs :
..... et

L'effet de rotation d'une force \vec{F} par rapport à l'axe Δ s'appelle le moment de la force \vec{F} par rapport à l'axe et se note : $M_{\Delta}(\vec{F})$.

Définitions :

- Le **bras de levier** d d'une force \vec{F} correspond à la distance entre la droite d'action de la force et l'axe de rotation Δ .
- Le **moment d'une force F par rapport à l'axe Δ (axe de rotation)** se note $M_{\Delta}(\vec{F})$ et caractérise l'effet de rotation d'une force. Il dépend de la valeur de la force \vec{F} en Newton (N) et de son bras de levier d en mètre (m) et s'exprime en Newton-mètre (Nm).

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = F \times d$$



Application :

On utilise un « diable » pour la manutention des charges.

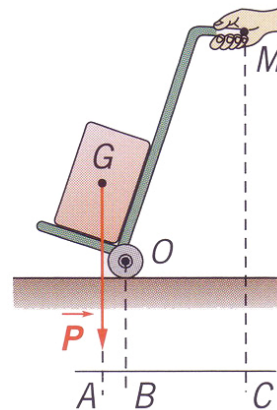
Le système « diable et charge » a une masse $m = 120 \text{ kg}$.

Il peut tourner autour de l'axe O des roues.

Le poids \vec{P} du système est appliqué au centre de gravité G.

L'action exercée par les mains est équivalente à une force unique \vec{F} appliquée en M et de droite d'action verticale.

On donne $AB = 0,1 \text{ m}$; $BC = 0,6 \text{ m}$.



- a. Calculer la valeur du poids \vec{P} du système.

Donnée : $g = 10 \text{ N/kg}$

- b. Calculer le moment du poids \vec{P} par rapport à O.

- c. À l'équilibre, le moment du poids \vec{P} par rapport à O est égal au moment de la force \vec{F} par rapport à O.

En déduire la valeur de \vec{F} .

Document 2 : Notion de couple d'une force et de moment

Un **couple de forces** correspond à deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 de direction parallèles mais de sens opposés et de même valeur $F_1 = F_2 = F$. Il est caractérisé par **son moment**.

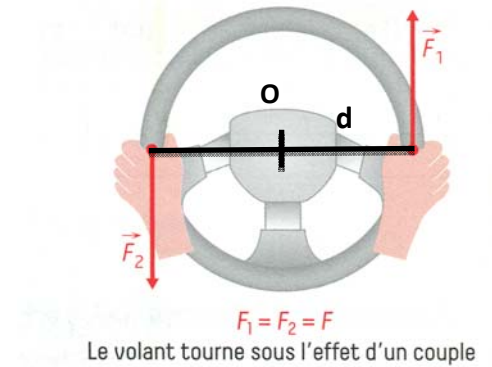
Le **moment d'un couple de force** traduit l'aptitude d'un couple de force à faire tourner un système mécanique autour de ce point, appelé souvent pivot. Il s'exprime en **N.m** (newton-mètre). Il est donné par la formule :

$$M = F \cdot d$$

M : moment d'un couple de forces en newton-mètre (N.m)

d : distance qui sépare les deux droites d'action des forces, en mètre (m)

F : valeur commune de la force en newton (N)



Document 3 : Travail d'un couple de force

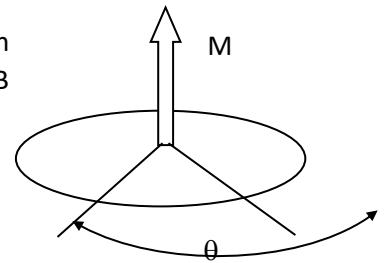
On appelle **travail d'un couple de force** $W_{AB}(\vec{F})$ de moment M constant, lorsque son point d'application se déplace en rotation autour d'un axe fixe du point A jusqu'au point B et vaut :

$$W_{AB}(\vec{F}) = M \cdot \theta$$

$W_{AB}(\vec{F})$: travail du couple en Joule (J)

M : moment du couple, en Newton-mètre (N.m)

θ : angle de rotation de l'objet (rad)



1. Compléter les phrases suivantes :

Un couple de forces est un ensemble de forces ayant :

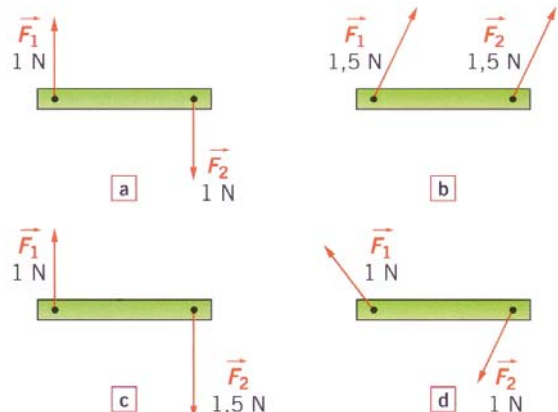
- des droites d'action
- des opposés ;
- des valeurs

L'expression du moment d'un couple de forces est

L'unité légale du moment d'un couple est le

2. Quel schéma représente un couple de forces ?

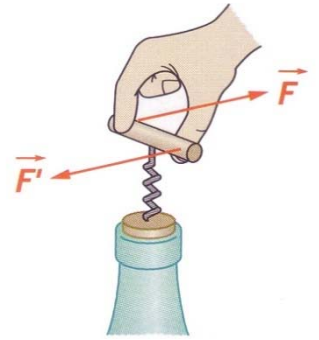
Pour quelles raisons les autres schémas ne représentent-ils pas un couple de forces ?



3. Pour enfoncez un tire-bouchon, on exerce un couple de forces.

La valeur commune des forces est $F = 10 \text{ N}$.

La distance entre les droites d'action est $d = 6,0 \text{ cm}$.



- Quelle est la formule qui permet de calculer le moment d'un couple ?
- Indiquer les unités que l'on doit utiliser.
- Quel est le moment du couple pour enfoncez le tire-bouchon ?
- On fait 6 tours pour enfoncez le tire-bouchon, déterminer le travail du couple
- Le tire-bouchon a été enfoncé en 2,0 s quelle est la puissance du couple ?

Moment

Activité 2 : Rappel sur l'énergie cinétique de rotation

Energie cinétique de rotation

Lorsqu'un corps de **moment d'inertie** J est animé d'un mouvement de rotation à la **vitesse angulaire** ω , il possède une énergie appelée **énergie cinétique** et notée E_c telle que :

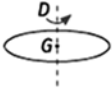


$$E_c = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2$$

E_c en Joule (J),

J en kilogramme mètre carré ($kg \cdot m^2$),

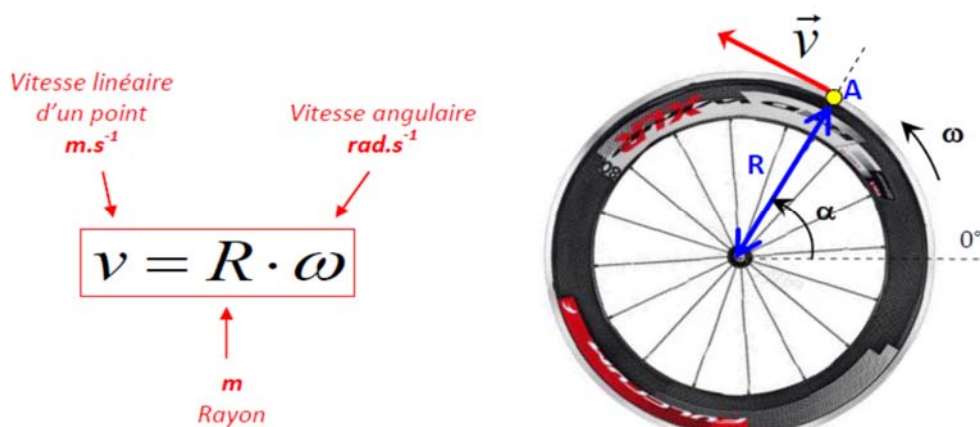
ω en radian par seconde ($rad \cdot s^{-1}$)

Exemples de moment d'inertie J :

Solide (S)	Axe de rotation (D)	Moment d'inertie (J)
Disque plein de rayon R		$\frac{1}{2} m R^2$
Boule pleine de rayon R		$\frac{2}{5} m R^2$
Cylindre plein de rayon R		$\frac{1}{2} m R^2$

Le **moment d'inertie d'un solide** est une grandeur traduisant la capacité du solide à poursuivre son mouvement de rotation après l'arrêt de la force d'entraînement. Il dépend de la géométrie du solide par rapport à son axe de rotation.

- Relation entre la vitesse linéaire et la vitesse de rotation



Pour convertir une vitesse de rotation exprimée en tours par minutes (*tr/min*) en radian par seconde (*rad/s*), on utilise la relation suivante :

$$\omega = \frac{2\pi \cdot N}{60}$$

ω : vitesse de rotation en *rad/s*

N : vitesse de rotation en *tr/min*

Application :

On considère le volant d'inertie d'un moteur électrique assimilé à un cylindre de rayon $R = 10 \text{ cm}$, de fréquence de rotation $n = 5000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ et de masse $m = 2 \text{ kg}$.

➤ Calculer son moment d'inertie par rapport à son axe de rotation.

➤ Calculer l'énergie cinétique de rotation du volant

➤ Quel angle (en radian) est parcouru en 1,0 s ?

Exercices

Exercice 1 : QCM

	A	B	C
Une vitesse de rotation s'exprime en :	rad/s	m/s^2	tr/min
Le moment d'une force (ou un couple) s'exprime en :	Joule (J)	Newton-mètre ($N.m$)	Kilogramme par seconde (kg/s)
Dans un tour, il y a :	180° ou $2\pi rad$	360° ou $2\pi rad$	360° ou πrad
Le moment d'un force F est donné par la relation :	$M = F.d$	$M = F.v$	$M = E_c.d$
Le travail d'un couple M de force est donné par la relation :	$W_{AB}(\vec{F}) = M.g$	$W_{AB}(\vec{F}) = M.v$	$W_{AB}(\vec{F}) = M.\theta$
Pour convertir la vitesse de rotation ω en rad/s en vitesse de rotation N en tr/min , on utilise la relation :	$\omega = \frac{2\pi . N}{360}$	$\omega = \frac{2\pi . N}{60}$	$\omega = \frac{\pi . N}{30}$

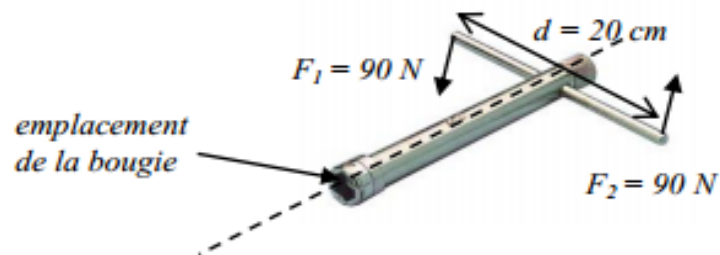
Exercice 2 : Véhicule au banc d'essai

Un véhicule passe au banc d'essai.

Sachant que le moment du couple moteur testé est $M = 195 \text{ N.m}$ et que sa vitesse de rotation est $N = 5\,400 \text{ tr/min}$, **calculer**, en watt, la puissance développée par le moteur (arrondir à l'unité).

Exercice 3 : Changement de bougie

A l'aide d'une clé à bougie, on serre une bougie sur son support selon le schéma ci-dessous.



- Calculer le moment de la force \vec{F}_1 .
- Calculer le moment du couple exercé par la clé sur la bougie.
- Calculer le travail de ce couple lorsque la clé a fait un tour.

Exercice 4 : Roue arrière de moto

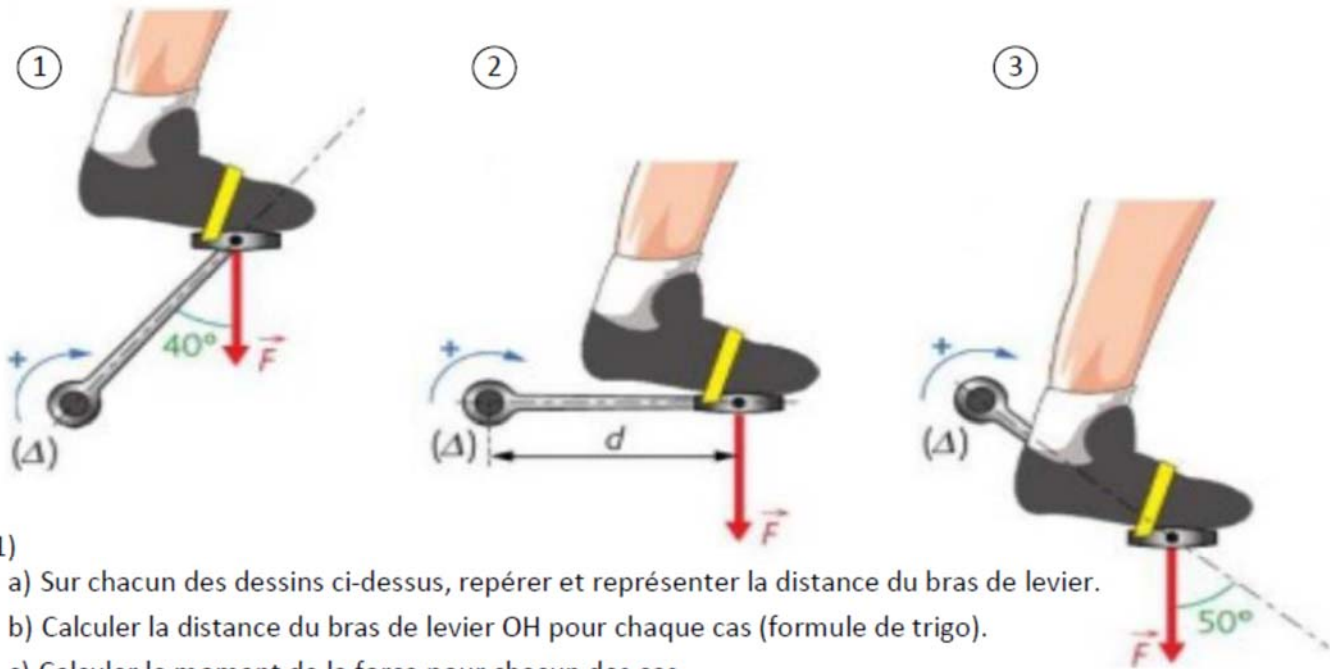
La puissance disponible sur la roue motrice d'une moto est de 22 kW . La moto roule à la vitesse constante de 72 km/h et ses roues ont un diamètre de 62 cm .

- a) **Calculer** la fréquence N de rotation de la roue (*en tr/s*).
- b) **Calculer** le moment M du couple moteur qui s'exerce sur la roue (*en N.m*).
- c) **Calculer** l'intensité de la force \vec{F} que la roue motrice exerce sur la route (*en N*).
- d) Pour monter la côte qui se présente, la roue de la moto doit exercer une force minimale de 2000 N sur la route. Pour obtenir cette valeur sans accélérer, on peut :
 - changer de vitesse afin d'augmenter la fréquence N de rotation des roues.
 - changer de vitesse afin de diminuer la fréquence N de rotation des roues.

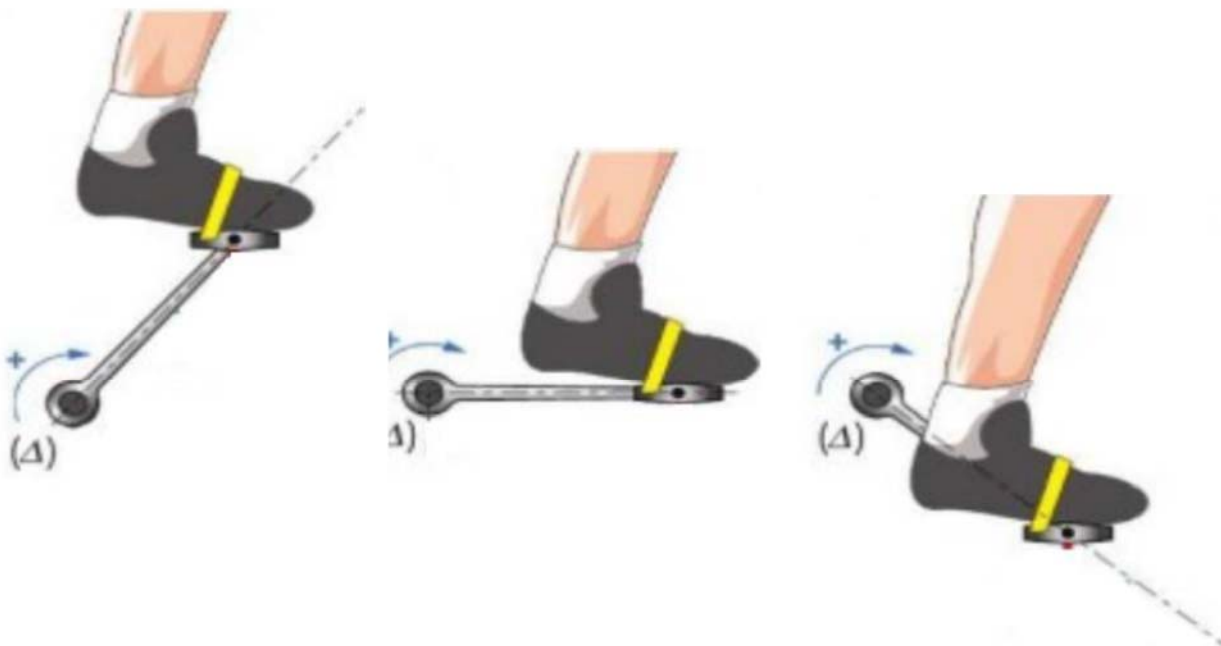
Recopier la bonne réponse en la justifiant.

Exercice 5 : Comment être plus efficace en pédalant ?

Le pied d'un cycliste exerce sur la pédale une force verticale \vec{F} , dirigée vers le bas, d'intensité 45 N . La longueur de la manivelle est $d = 170\text{ mm}$.



- 1)
 - a) Sur chacun des dessins ci-dessus, repérer et représenter la distance du bras de levier.
 - b) Calculer la distance du bras de levier OH pour chaque cas (formule de trigo).
 - c) Calculer le moment de la force pour chacun des cas.
 - d) Est-ce que le cycliste est efficace dans son geste ? Justifier.
- 2)
 - a) Quels conseils lui donneriez-vous pour mieux pédaler ?
 - b) Sur chacun des schémas ci-dessous, représenter la direction de la force pour mieux pédaler.
 - c) Quel est alors le moment de la force ?
 - d) Calculer la puissance développée par le cycliste lorsque sa cadence de 85 tours par minute.



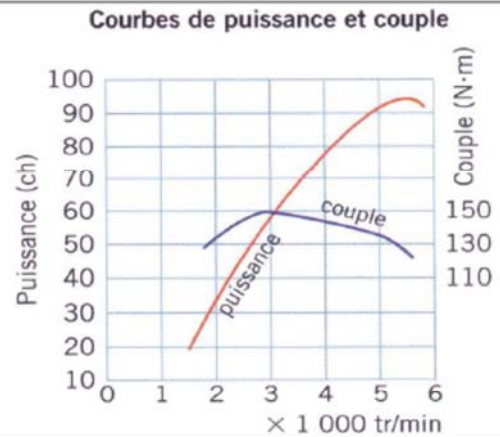
Exercice 6 : Caractéristique moteur

Document 1 : Caractéristique de la Renault Laguna II

Dans une automobile, l'importance du couple moteur rend compte des capacités du moteur lors d'une accélération ou pour tracter une charge.



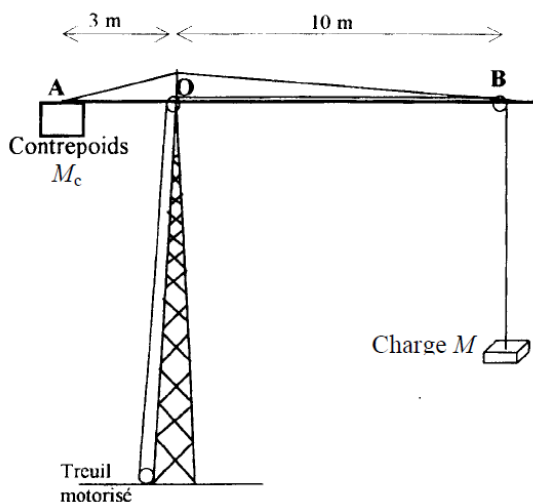
Conversion 1 ch = 736 W



- 1) Quelle est la valeur du couple maximal C_{MAX} de la voiture ? Indiquer la vitesse de rotation N correspondant à ce couple.
- 2) A partir du couple maximale et de la vitesse de rotation précédente, calculer la puissance en watt.
- 3) Valider votre résultat et calculer l'erreur relative.

Exercice 7 : Grue en équilibre

La charge M , immobile, est fixée au câble d'une grue.



On donne : $OA = 3 \text{ m}$; $OB = 10 \text{ m}$; $M = 1500 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ N/kg}$. On négligera le poids de la grue.

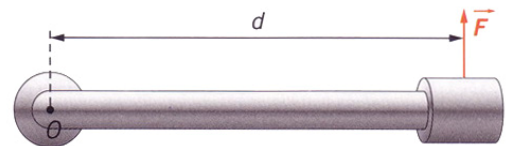
- 1) Calculer le moment du poids de la charge M par rapport à O .
- 2) Quelle doit être la masse M_c du contrepoids pour que la grue reste en équilibre ?

Exercice 7 : Clé

Pour dévisser un écrou, on exerce une force \vec{F} de valeur 100 N à l'extrémité d'une clé et perpendiculaire à elle.

La clé a un bras $d = 20 \text{ cm}$.

- a.** Écrire la formule qui permet de calculer le moment de la force \vec{F} par rapport à l'axe O avec les unités employées.



- b.** Calculer la valeur du moment de la force \vec{F} par rapport à l'axe O .