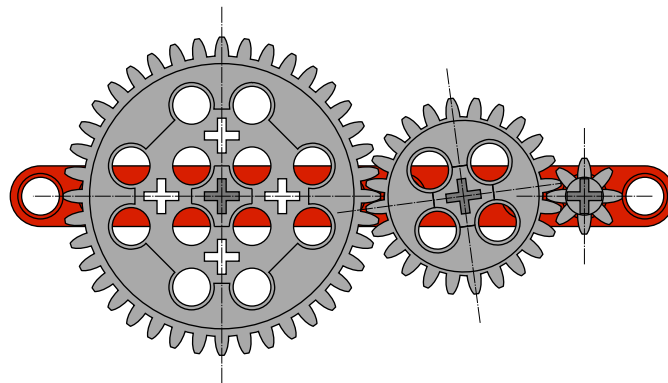


	Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable		
	INGÉNIERIE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE		
	Organisation fonctionnelle et structurelle d'un produit	TP3	I2D

ENGRENAGES

1. Introduction

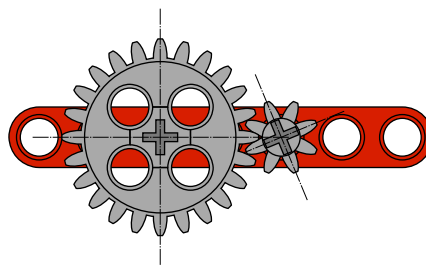
Les engrenages sont des composants mécaniques essentiels que l'on trouve dans de nombreux mécanismes. Ils font partie des systèmes de transmission de mouvement et de puissance les plus utilisés.



D'autres systèmes de transmission existent comme les transmissions par courroies et par chaînes. Seuls les engrenages droits sont étudiés dans les différents montages proposés ci-après.

2. Définition

Un engrenage est un ensemble constitué de deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre.

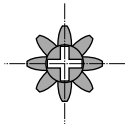


3. Remarques

- Toutes les réponses doivent être justifiées.
- Tous documents autorisés.
- Vérifier que toutes les pièces soient présentes dans la boîte au début et à la fin du TP à l'aide de la photo fournie en annexe.
- Ne pas démonter le support fourni pour les différents montages.
- Éteindre la brique programmable EV3 lorsqu'elle n'est plus utilisée.

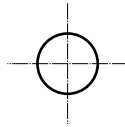
4. Roue dentées utilisées

Petit modèle



Roue dentée

Représentation schématique

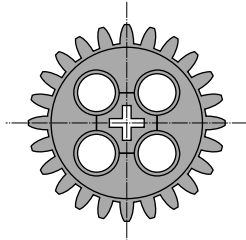


Vue de face



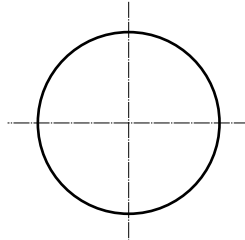
Vue de côté

Modèle moyen

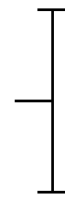


Roue dentée

Représentation schématique

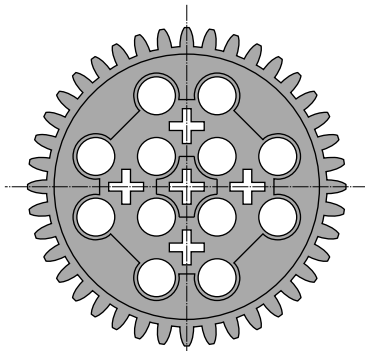


Vue de face



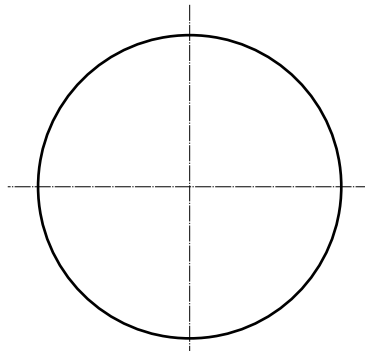
Vue de côté

Grand modèle

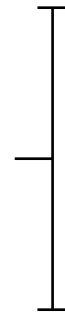


Roue dentée

Représentation schématique

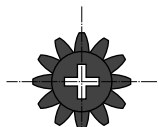


Vue de face



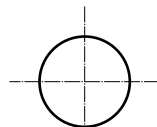
Vue de côté

Petit modèle intermédiaire

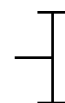


Roue dentée

Représentation schématique

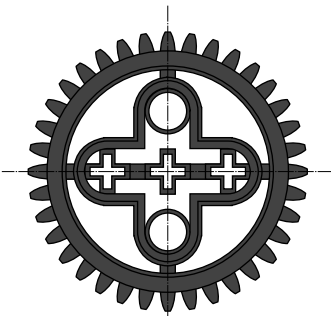


Vue de face



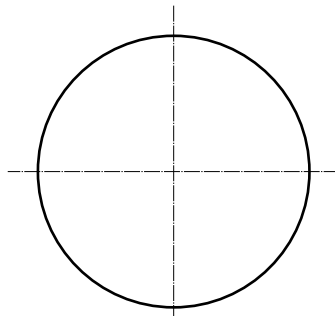
Vue de côté

Grand modèle intermédiaire

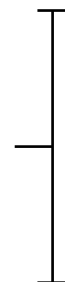


Roue dentée

Représentation schématique



Vue de face



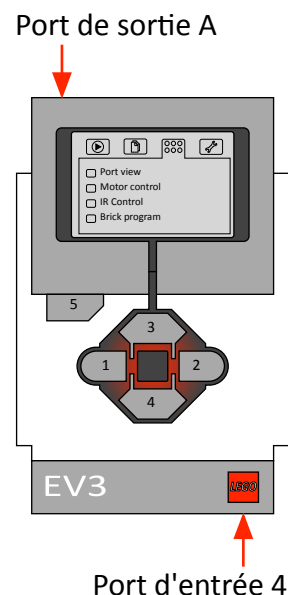
Vue de côté

5. Brique programmable et télécommande

La brique programmable EV3 permet de commander manuellement les différents moteurs fournis en les connectant sur le port de sortie A.

Commande manuelle d'un moteur :

- Allumer la brique programmable EV3 en appuyant sur le bouton central.
- Attendre que la brique démarre.
- Choisir le dossier avec les cercles avec les boutons 1 et 2.
- Sélectionner **Motor control** avec les boutons 3 et 4.
- Valider votre choix avec le bouton central.
- Commander le moteur connecté sur le port de sortie A avec le bouton indiqué sur l'écran.
- Modifier les ports de sortie affichés avec le bouton central si nécessaire.
- Revenir en arrière avec le bouton 5 si nécessaire.
- Éteindre la brique lorsqu'elle n'est plus utilisée.



Une télécommande infrarouge permet de commander les moteurs à distance en connectant le capteur infrarouge sur le port d'entrée 4.

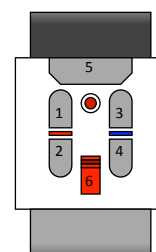
Utilisation de la télécommande :

Sur la brique programmable EV3 allumée ...

- Choisir le dossier avec les cercles avec les boutons 1 et 2.
- Sélectionner **IR control** avec les boutons 3 et 4.
- Valider votre choix avec le bouton central.
- Modifier les canaux affichés sur l'écran avec le bouton central si nécessaire.
- Revenir en arrière avec le bouton 5 si nécessaire.

Sur la télécommande ...

- Sélectionner le canal indiqué sur l'écran de la brique avec le commutateur 6 de la télécommande.
- Commander à distance le moteur connecté sur le port de sortie A avec les boutons 1 et 2 de la télécommande.



+

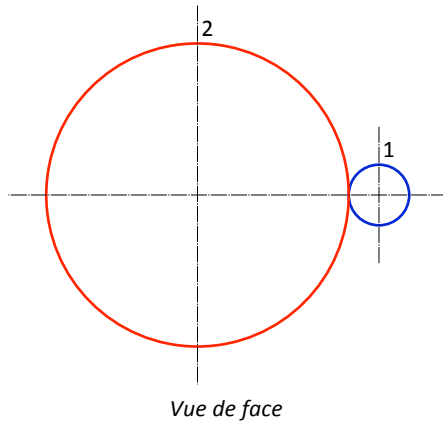
Capteur infrarouge

Remarque :

En cas d'utilisation de plusieurs télécommandes simultanément dans la même pièce, il peut être nécessaire de modifier le port de sortie du moteur.

6. Travail demandé

6.1. Montage 1 : Train d'engrenage simple



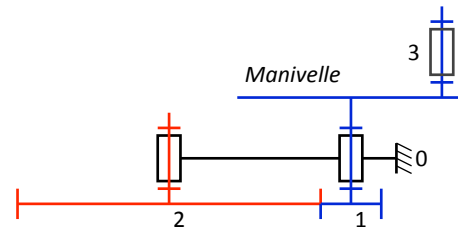
Vue de face

1 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_1

Diamètre primitif : D_1

Vitesse de rotation en tr/min : N_1



Vue de dessus

2 : Roue dentée grand modèle

Nombre de dents : Z_2

Diamètre primitif : D_2

Vitesse de rotation en tr/min : N_2

Question n°1 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°2 :

- Identifier la roue menante en entrée du système.
- Identifier la roue menée en sortie du système.
- Les roues (1) et (2) tournent-elles dans le même sens ?
- Le montage est-il un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ?

Question n°3 :

- Déterminer le nombre de tours que doit faire la roue (1) pour que la roue (2) fasse un tour.
- Déterminer, à partir de votre résultat, le rapport entre la vitesse de rotation de la roue (2) et celle de la roue (1).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des vitesses de rotation N_1 et N_2 .

Question n°4 :

- Déterminer le nombre de dents des roues (1) et (2).
- Déterminer, à partir de vos résultats, le rapport entre le nombre de dents de la roue (1) et celui de la roue (2).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des nombres de dents Z_1 et Z_2 .

Question n°5 :

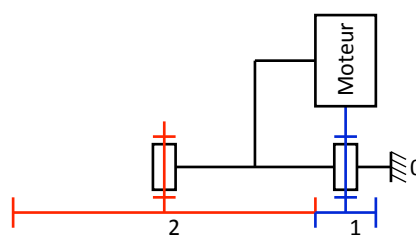
- Déterminer approximativement les diamètres primitifs des roues (1) et (2) en les mesurant au niveau du contact entre les dents lorsque l'une d'entre elle est alignée avec l'axe horizontal.
- Déterminer, à partir de vos résultats, le rapport entre le diamètre primitif de la roue (1) et celui de la roue (2).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des diamètres primitifs D_1 et D_2 .

Question n°6 :

Donner, à partir de vos résultats précédents, une relation générale du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des grandeurs N_1 , N_2 , Z_1 , Z_2 , D_1 et D_2 .

Question n°7 :

- Réaliser le montage ci-contre à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe (remplacement de la manivelle par le moteur fourni).
- Raccorder le moteur sur la sortie A de la brique programmable EV3 pour pouvoir le commander manuellement.



Vue de dessus avec moteur

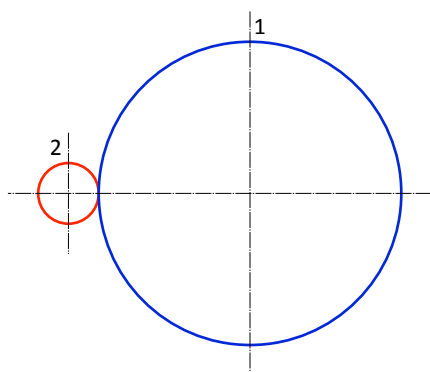
STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°8 :

- Allumer la brique programmable EV3.
- À l'aide d'un tachymètre, mesurer les vitesses de rotation des roues (1) et (2) lorsque le moteur est alimenté.
- Déterminer alors le rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage.
- Comparer votre résultat avec les résultats précédents.
- Conclure sur la validité de vos résultats.

6.2. Montage 2 : Train d'engrenage simple



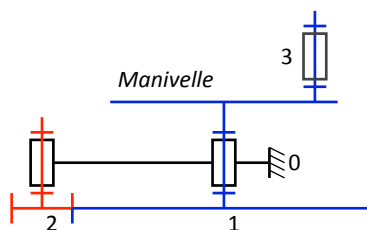
Vue de face

1 : Roue dentée grand modèle

Nombre de dents : Z_1

Diamètre primitif : D_1

Vitesse de rotation en tr/min : N_1



Vue de dessus

2 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_2

Diamètre primitif : D_2

Vitesse de rotation en tr/min : N_2

Question n°9 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°10 :

- Identifier la roue menante en entrée du système.
- Identifier la roue menée en sortie du système.
- Les roues (1) et (2) tournent-elles dans le même sens ?
- Le montage est-il un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ?

Question n°11 :

- Déterminer le nombre de tours faits par la roue (2) lorsque la roue (1) fait un tour.
- Déterminer, à partir de votre résultat, le rapport entre la vitesse de rotation de la roue (2) et celle de la roue (1).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des vitesses de rotation N_1 et N_2 .

Question n°12 :

- Déterminer le rapport entre le nombre de dents de la roue (1) et celui de la roue (2).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des nombres de dents Z_1 et Z_2 .

Question n°13 :

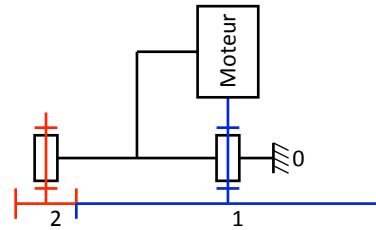
- Déterminer le rapport entre le diamètre primitif de la roue (1) et celui de la roue (2).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des diamètres primitifs D_1 et D_2 .

Question n°14 :

Vérifier, à partir de vos résultats précédents, la relation générale du rapport de transmission $R_{2/1}$ donnée dans le montage 1.

Question n°15 :

- Réaliser le montage ci-contre à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe (remplacement de la manivelle par le moteur fourni).
- Raccorder le moteur sur la sortie A de la brique programmable EV3 pour pouvoir le commander manuellement.

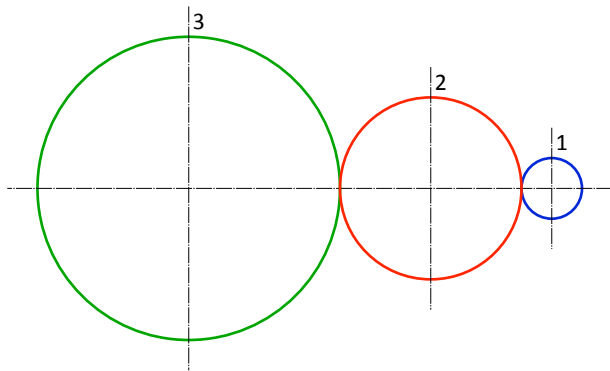


Vue de dessus avec moteur

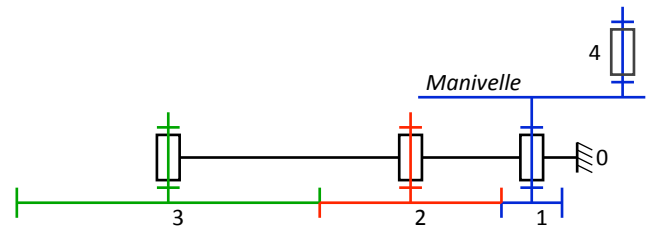
STOP**FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR****Question n°16 :**

- Allumer la brique programmable EV3.
- À l'aide d'un tachymètre, mesurer les vitesses de rotation des roues (1) et (2) lorsque le moteur est alimenté.
- Déterminer alors le rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage.
- Comparer votre résultat avec les résultats précédents.
- Conclure sur la validité de vos résultats.

6.3. Montage 3 : Train d'engrenages



Vue de face



Vue de dessus

1 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_1
 Diamètre primitif : D_1
 Vitesse de rotation en tr/min : N_1

2 : Roue dentée modèle moyen

Nombre de dents : Z_2
 Diamètre primitif : D_2
 Vitesse de rotation en tr/min : N_2

3 : Roue dentée grand modèle

Nombre de dents : Z_3
 Diamètre primitif : D_3
 Vitesse de rotation en tr/min : N_3

Question n°17 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°18 :

- Identifier la roue en entrée du système.
- Identifier la roue en sortie du système.
- Les roues (1), (2) et (3) tournent-elles dans le même sens ?
- Le montage est-il un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ?

Question n°19 :

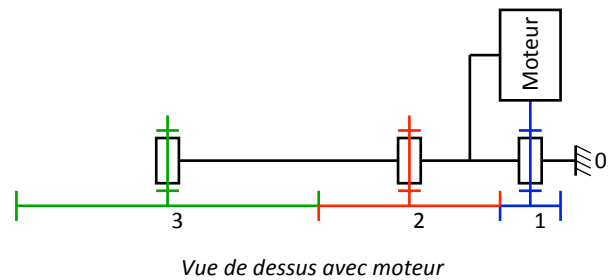
- Déterminer le nombre de tours que doit faire la roue (1) pour que la roue (3) fasse un tour.
- Déterminer, à partir de votre résultat, le rapport entre la vitesse de rotation de la roue (3) et celle de la roue (1).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{3/1}$ du montage en fonction des vitesses de rotation N_1 et N_3 .

Question n°20 :

- Comparer la valeur du rapport de transmission $R_{3/1}$ obtenue précédemment avec celle du rapport de transmission $R_{2/1}$ obtenue avec le montage 1.
- Conclure sur le rôle de la roue (2).

Question n°21 :

- Réaliser le montage ci-contre à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe (remplacement de la manivelle par le moteur fourni).
- Raccorder le moteur sur la sortie A de la brique programmable EV3 pour pouvoir le commander manuellement.

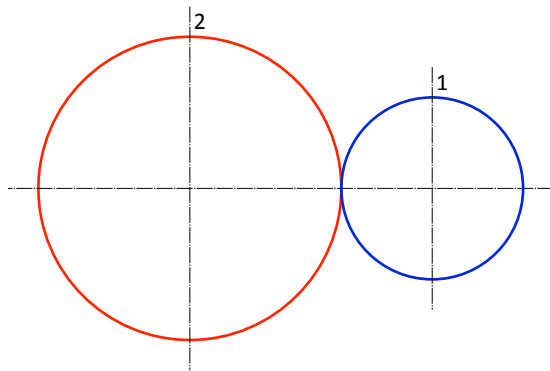
**STOP****FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR****Question n°22 :**

- Allumer la brique programmable EV3.
- À l'aide d'un tachymètre, mesurer les vitesses de rotation des roues (1), (2) et (3) lorsque le moteur est alimenté.
- Déterminer alors le rapport de transmission $R_{3/1}$ du montage.
- Comparer votre résultat avec les résultats précédents.
- Conclure sur la validité de vos résultats.

Question n°23 :

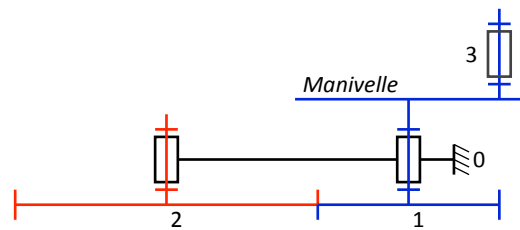
- Déterminer les rapports de transmission $R_{2/1}$ et $R_{3/2}$ du montage à partir de vos mesures.
- Multiplier les rapports de transmission $R_{2/1}$ et $R_{3/2}$.
- Comparer le résultat obtenu avec la valeur de $R_{3/1}$ déterminée à partir de vos mesures.
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{3/1}$ du montage en fonction des rapports de transmission $R_{2/1}$ et $R_{3/2}$.

6.4. Montage 4 : Train d'engrenage simple



Vue de face

1 : Roue dentée modèle moyen
 Nombre de dents : Z_1
 Diamètre primitif : D_1
 Vitesse de rotation en tr/min : N_1



Vue de dessus

2 : Roue dentée grand modèle
 Nombre de dents : Z_2
 Diamètre primitif : D_2
 Vitesse de rotation en tr/min : N_2

Question n°24 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

STOP

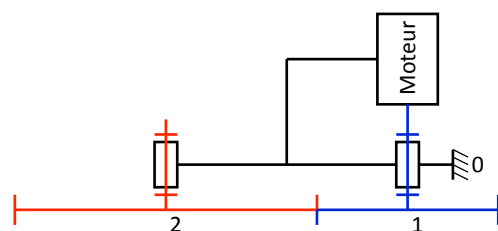
FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°25 :

- Déterminer le rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage (méthode au choix).
- Vérifier le résultat obtenu.

Question n°26 :

- Réaliser le montage ci-contre à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe (remplacement de la manivelle par le moteur fourni).
- Raccorder le moteur sur la sortie A de la brique programmable EV3 pour pouvoir le commander manuellement.



Vue de dessus avec moteur

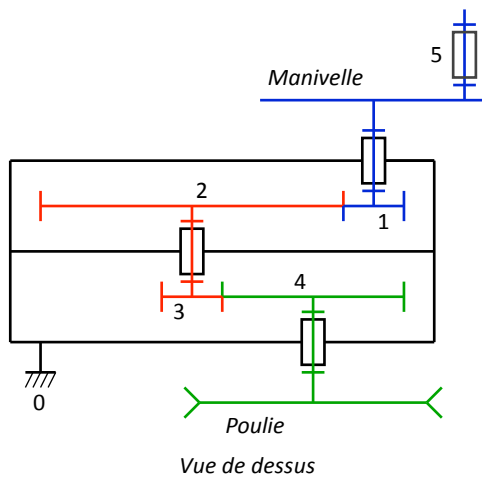
STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

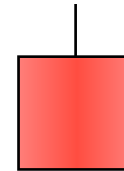
Question n°27 :

- Allumer la brique programmable EV3.
- À l'aide d'un tachymètre, mesurer les vitesses de rotation des roues (1) et (2) lorsque le moteur est alimenté.
- Déterminer alors le rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage.
- Comparer votre résultat avec le résultat précédent.
- Conclure sur la validité de vos résultats.

6.5. Montage 5 : Treuil version 1



+ charge comprise entre 150 et 200 g



1 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_1

Diamètre primitif : D_1

Vitesse de rotation en tr/min : N_1

2 : Roue dentée grand modèle

Nombre de dents : Z_2

Diamètre primitif : D_2

Vitesse de rotation en tr/min : N_2

3 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_3

Diamètre primitif : D_3

Vitesse de rotation en tr/min : N_3

4 : Roue dentée modèle moyen

Nombre de dents : Z_4

Diamètre primitif : D_4

Vitesse de rotation en tr/min : N_4

Question n°28 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

Attention : Ne pas mettre de charge au début.

STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°29 :

- Identifier la roue en entrée du système.
- Identifier la roue en sortie du système.
- Quelle est la particularité des roues (2) et (3).
- Le montage est-il un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ?

Question n°30 :

- Déterminer le rapport de transmission $R_{2/1}$ (méthode au choix).
- Déterminer le rapport de transmission $R_{4/3}$ (méthode identique à la précédente).
- Déterminer alors le rapport de transmission $R_{4/1}$ du montage.
- Vérifier le résultat obtenu.

Question n°31 :

- Accrocher une charge comprise entre 150 et 200 g en sortie du treuil (peser la charge si nécessaire).
- Que constatez-vous lorsque vous tournez la manivelle ?
- Le montage est-il réversible ?

Question n°32 :

- Calculer la force exercée par la charge sur la poulie F_p en N.
- Calculer le couple exercé par la charge sur l'axe de la poulie C_s en Nm.
- Mesurer la force exercée par la charge sur la manivelle F_m en N en mettant un dynamomètre perpendiculairement à son axe.
- Calculer le couple exercé par la charge sur l'axe de la manivelle C_e en Nm.

Rappels :

$$F = m \cdot g$$

F : Force en N
m : masse en kg
g : 9,81 m/s²

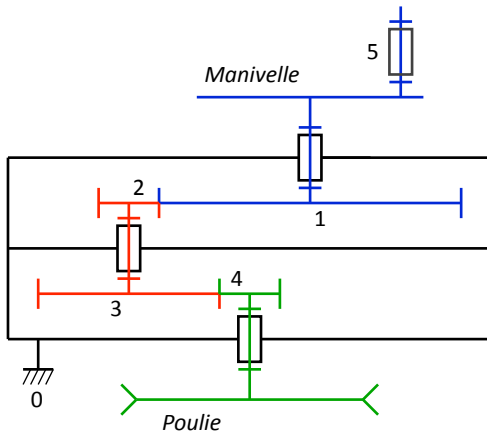
$$C = F \cdot r$$

C : Couple en Nm
F : Force en N
r : rayon en m

Question n°33 :

- Déterminer, à partir de vos résultats, le rapport entre le couple exercé par la charge sur l'axe de la manivelle C_e et celui exercé par la charge sur l'axe de la poulie C_s (le rendement du montage est supposé égal à 1).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{4/1}$ du montage en fonction des couples C_e et C_s (le rendement du montage est supposé égal à 1).

6.6. Montage 6 : Treuil version 2



Vue de dessus

1 : Roue dentée grand modèle

Nombre de dents : Z_1

Diamètre primitif : D_1

Vitesse de rotation en tr/min : N_1

2 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_2

Diamètre primitif : D_2

Vitesse de rotation en tr/min : N_2

3 : Roue dentée modèle moyen

Nombre de dents : Z_3

Diamètre primitif : D_3

Vitesse de rotation en tr/min : N_3

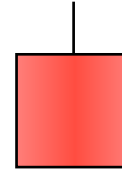
4 : Roue dentée petit modèle

Nombre de dents : Z_4

Diamètre primitif : D_4

Vitesse de rotation en tr/min : N_4

+ charge comprise entre 150 et 200 g



Question n°34 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

Attention : Ne pas mettre de charge.

STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°35 :

- Identifier la roue en entrée du système.
- Identifier la roue en sortie du système.
- Quelle est la particularité des roues (2) et (3).
- Le montage est-il un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ?

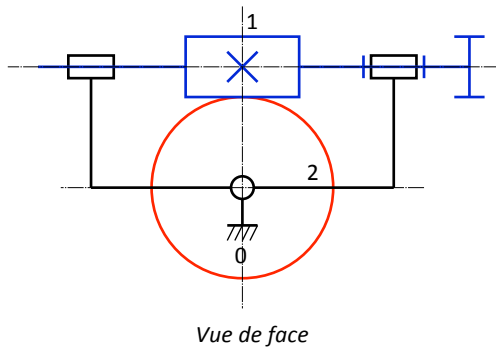
Question n°36 :

- Déterminer le rapport de transmission $R_{2/1}$ (méthode au choix).
- Déterminer le rapport de transmission $R_{4/3}$ (méthode identique à la précédente).
- Déterminer alors le rapport de transmission $R_{4/1}$ du montage.
- Vérifier le résultat obtenu.

Question n°37 :

- Accrocher une charge comprise entre 150 et 200 g en sortie du treuil (peser la charge si nécessaire).
- Que constatez-vous lorsque vous essayez de tourner la manivelle ?
- Le montage est-il réversible ?
- Conclure.

6.7. Montage 7 : Roue et vis

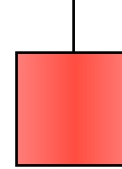


1 : Vis sans fin (1 filet)

Nombre de filets : Z_1

Vitesse de rotation en tr/min : N_1

+ charge comprise entre 150 et 200 g



2 : Roue dentée modèle moyen

Nombre de dents : Z_2

Diamètre primitif : D_2

Vitesse de rotation en tr/min : N_2

Question n°38 :

Réaliser le montage ci-dessus à l'aide des pièces mises à votre disposition et de l'album photo fourni en annexe.

STOP

FAIRE VÉRIFIER VOTRE MONTAGE PAR LE PROFESSEUR

Question n°39 :

- Accrocher une charge comprise entre 150 et 200 g en sortie du treuil (peser la charge si nécessaire).
- Que constatez-vous lorsque vous tournez la manivelle ?
- Le montage est-il un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ?
- Le montage est-il réversible ?

Question n°40 :

- Déterminer le nombre de tours que doit faire la vis (1) pour que la roue (2) fasse un tour.
- Déterminer, à partir de votre résultat, le rapport entre la vitesse de rotation de la roue (2) et celle de la vis (1).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des vitesses de rotation N_1 et N_2 .

Question n°41 :

- Déterminer le nombre de dents de la roue (2) et vérifier le nombre de filets de la vis (1).
- Déterminer, à partir de vos résultats, le rapport entre le nombre de filets de la vis (1) et le nombre de dents de la roue (2).
- En déduire la relation du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction du nombre de filets Z_1 et du nombre de dents Z_2 .

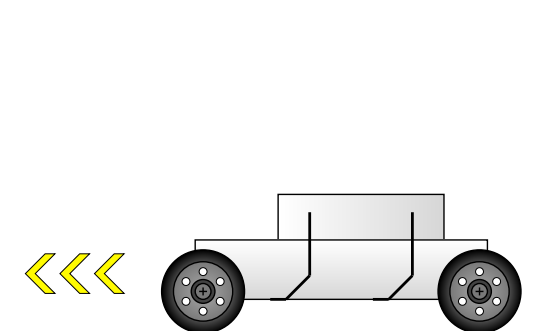
Question n°42 :

Donner, à partir de vos résultats précédents, une relation générale du rapport de transmission $R_{2/1}$ du montage en fonction des grandeurs N_1 , N_2 , Z_1 et Z_2 .

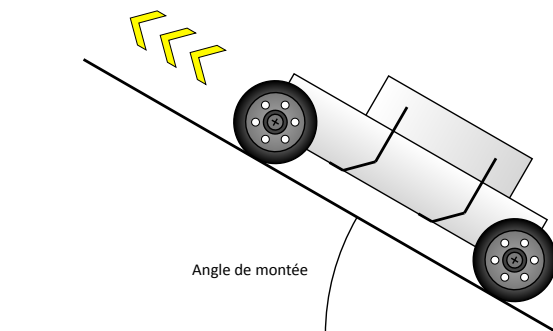
6.8. Montage 8 : Véhicule motorisé

On souhaite comparer les performances d'un véhicule lors de ses déplacements sur sol plat et en montée pour deux configurations différentes de la transmission mécanique entre le moteur et les roues arrière de celui-ci.

Déplacements du véhicule :

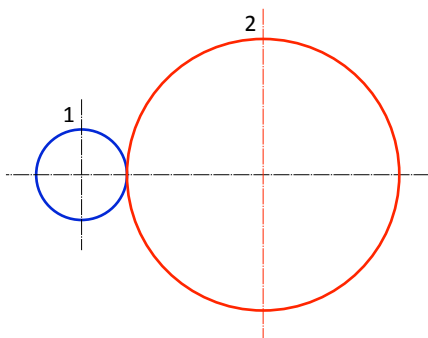


Déplacement sur sol plat



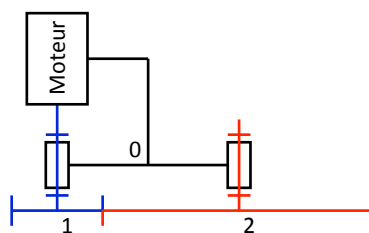
Déplacement en montée : Angle de 30 °

Configuration 1 : Roue dentée petit modèle intermédiaire motrice.



Vue de côté

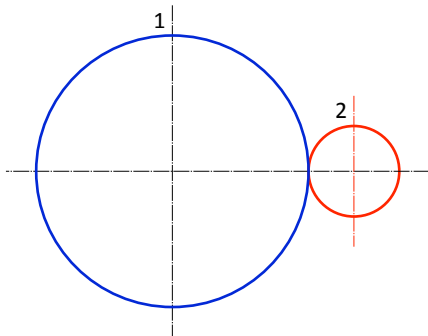
- 1 : Roue dentée petit modèle intermédiaire**
- Nombre de dents : Z_1
- Diamètre primitif : D_1
- Vitesse de rotation en tr/min : N_1



Vue de dessus

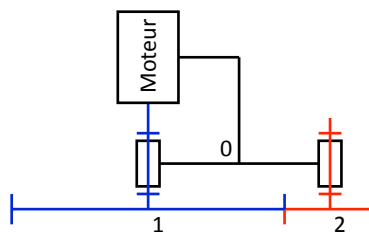
- 2 : Roue dentée grand modèle intermédiaire**
- Nombre de dents : Z_2
- Diamètre primitif : D_2
- Vitesse de rotation en tr/min : N_2

Configuration 2 : Roue dentée grand modèle intermédiaire motrice.



Vue de côté

- 1 : Roue dentée grand modèle intermédiaire**
- Nombre de dents : Z_1
- Diamètre primitif : D_1
- Vitesse de rotation en tr/min : N_1



Vue de dessus

- 2 : Roue dentée petit modèle intermédiaire**
- Nombre de dents : Z_2
- Diamètre primitif : D_2
- Vitesse de rotation en tr/min : N_2

Question n°43 :

- Vérifier la transmission du véhicule pour qu'elle soit en configuration 1 (modifier la configuration si nécessaire).
- Calculer le rapport de transmission $R_{2/1}$ dans ce cas (méthode au choix).
- Tester le véhicule sur sol plat à l'aide la télécommande.
- Que constatez-vous ?
- Tester le véhicule en montée à l'aide la télécommande et pour un angle de 30° .
- Que constatez-vous ?

Question n°44 :

- modifier la transmission du véhicule pour qu'elle soit en configuration 2.
- Calculer le rapport de transmission $R_{2/1}$ dans ce cas (méthode au choix).
- Tester le véhicule sur sol plat à l'aide la télécommande.
- Que constatez-vous ?
- Tester le véhicule en montée à l'aide la télécommande et pour un angle de 30° .
- Que constatez-vous ?

Question n°45 :

- Comparer les résultats obtenus pour les deux configurations.
- Conclure.

7. Synthèse de l'activité – Restitution

Préparer un diaporama de 5 à 6 diapositives en vue de présenter votre travail à la classe (5 minutes).

Parties à développer :

- Présentation des différentes roues dentées utilisées.
- Description succincte des montages réalisés.
- Relations générales obtenues à l'aide des différents montages.
- Présentation des résultats obtenus avec le véhicule.
- Conclusion.